

C.I.P.S.

MODELE MATHEMATIQUE DE LA
POLLUTION EN MER DU NORD

TECHNICAL REPORT
1972-1973/BIOL.OI-

This paper not to be cited without prior
reference to the author.

ETUDES et Recherches Chimiques relatives à la
POLLUTION DES POISSONS ET CRUSTACES DE MER

RAPPORT 1972 - 73

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

A - Institut de Recherches Chimiques : teneurs en métaux lourds
Tervuren. Hg, Cu, Zn, Pb.

B - Station de Phytopharmacie de l'Etat : teneurs en pesticides et P.C.B.
Gembloux

Sur espèces étudiées en collaboration avec la
Station de Pêche Maritime d'Ostende.

ETUDES ET RECHERCHES CHIMIQUES RELATIVES A LA
POLLUTION DES POISSONS ET CRUSTACES DE MER.

A) RESULTATS OBTENUS A L'INSTITUT DE RECHERCHES CHIMIQUES SUR ESPECES ETUDIEES
EN COLLABORATION AVEC LA STATION DE PECHE MARITIME D'OSTENDE.

RESUME.

	<u>pages</u>
I. CONSIDERATIONS GENERALES	3
II. RESULTATS	
1. Carte schématique de la localisation des aires de pêche	6
2. Tableaux généraux résumant l'ensemble des résultats (Hg, Cu, Zn, Pb)	7
3. Tableaux résultats (\bar{x} , ten.max., ten. min.) par espèce de poisson, provenance et âge pour Hg, Cu, Zn, Pb.	11
4. Histogrammes : fréquences/teneurs en polluant (Hg, Cu, Zn, Pb)	17
5. Résultats globaux Hg	30
III. CONCLUSIONS.	32
IV. METHODES.	36

I. CONSIDERATIONS GENERALES.

Le présent rapport fait suite à celui du 1^{er} trimestre 1972 (27-4-72) de l'IRC relatif aux teneurs en mercure de poissons et crustacés pêchés ou achetés jusqu'à fin 1971 par la Station de Pêche Maritime d'Ostende et au Technical Report 1972 (Biol) Synthèse 06, intitulé "Interim report on the amount of heavy metals and pesticides residues in fish and skrimps" déposé lors des journées de Novembre 1972 (C.I.P.S. Modèle Mathématique mer-Gand 1972).

Ici, les résultats sont présentés notamment en fonction de certains critères (âge, localisation géographique de la pêche) et se rapportent à des échantillons pêchés depuis décembre 1971 jusqu'à fin septembre 72; les spécimens pêchés après cette date sont en cours d'étude.

Pour rappel, les poissons étudiés à l'I.R.C. sont tous pêchés ou achetés par la Station de Pêche Maritime d'Ostende qui en effectue l'étude biométrique. Les achats aux minques concernent des poissons pêchés par des pêcheurs belges en mer du Nord, d'Irlande, dans la Manche et dans le canal du Bristol. Les poissons pêchés le long de la côte belge par la Station de Pêche Maritime d'Ostende proviennent d'emplacements dont les coordonnées ont été fournies précédemment :

- 1) 30 stations réparties tout au long de la côte belge;
- 2) 5 stations situées dans la zone de déversement de produits chimiques (Sierra Ventana ou Vlakte van de Raan);
- 3) 5 stations situées au large de Nieuport (Westdiep)

Jusqu'à présent, compte non tenu de l'étude préliminaire, le nombre total d'échantillons étudiés s'élève à plus de 900 dont environ 400 plies, 210 merlans, 80 cabillauds, 70 soles, 60 lots de sprats et une centaine de lots de crevettes. Le solde pour 1972 encore à étudier est d'environ 400 poissons et lots de crustacés.

Les déterminations du Hg total ont été effectuées sur les 900 spécimens, celles du Cu, Zn et Pb débutèrent sur les contingents d'échantillons reçus depuis avril 1972 en fonction de la mise au point de nos techniques de dosage. Ces techniques élaborées à l'I.R.C. sont reprises au chapitre IV.

Il faut signaler que la prise en charge de la détermination systématique des teneurs d'un nombre croissant de métaux lourds dans les spécimens, entraîne progressivement, de concert avec d'autres travaux, une saturation de l'appareillage et du personnel affecté à cette tâche; un accroissement des moyens devient indispensable.

Dans la mesure du possible, nous espérons pouvoir fournir à bref délai des teneurs en cadmium, de poissons dont nous avons déjà déterminé les teneurs en Hg, Cu, Zn et Pb.

D'autre part, la section de chimie organique de l'I.R.C. s'attachera à élucider des problèmes relatifs aux composés alkylés du mercure.

Les teneurs en différents métaux lourds ne sont pas renseignées ci-après sous forme d'une suite de valeurs individuelles dont la reproduction comme telle n'est pas justifiable; bien entendu elles peuvent être communiquées aux intéressés et sont d'ailleurs reportées sur des cartes individuelles I.B.M. établies par la Station de Pêche Maritime d'Ostende.

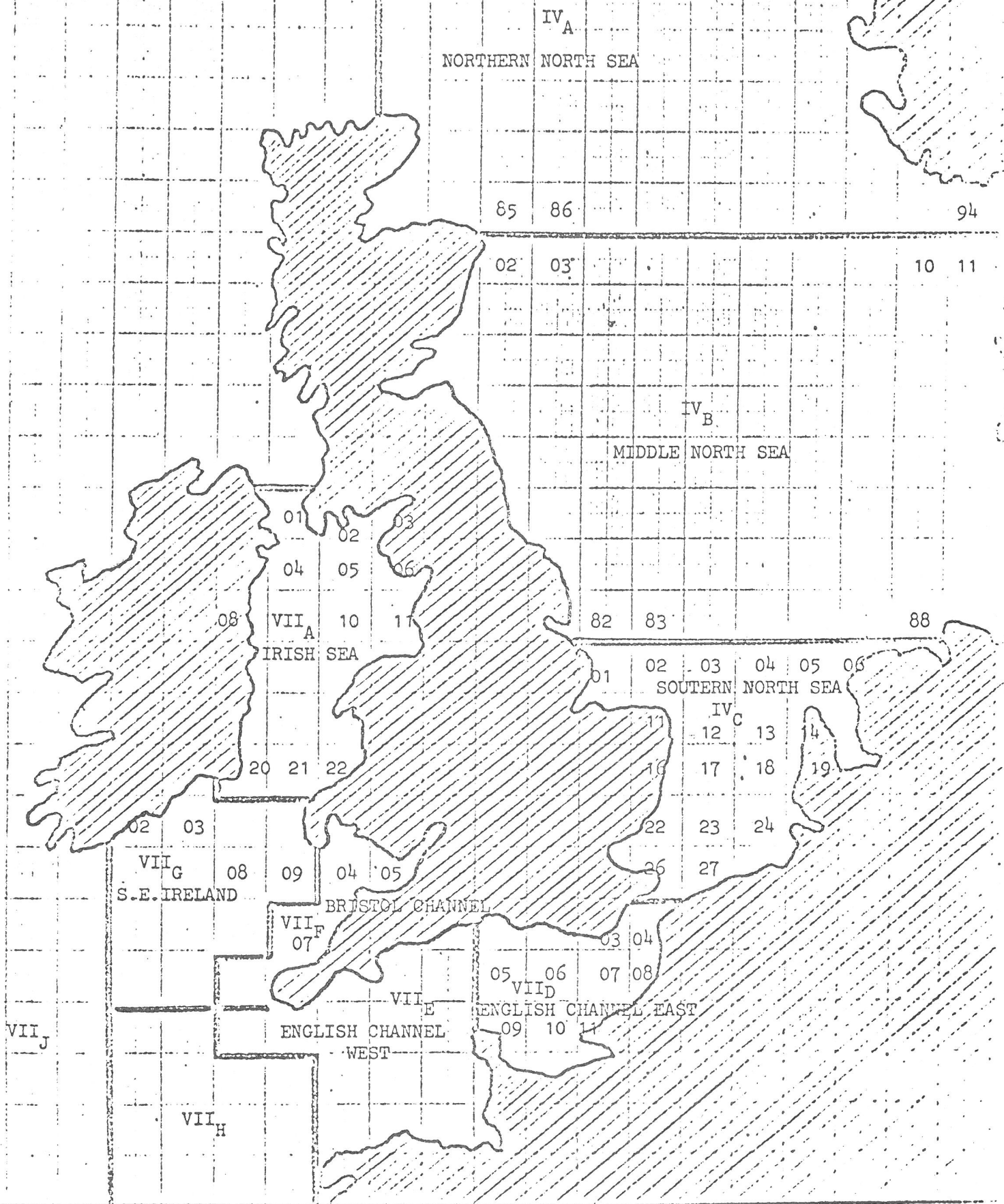
En II₂ on trouvera un tableau général résumant l'ensemble des résultats obtenus jusqu'à présent sur les 6 premières campagnes de pêche, depuis septembre 1971 à septembre 1972.

En II₃, nous avons consigné les résultats (\bar{x} , ten max, ten min, σ) dans des tableaux, par polluant et espèce, groupant les spécimens de même âge et de même provenance géographique. Cette dernière est précisée suivant la notation I.C.E.S. (voir II₁).

Chaque fois que le nombre d'échantillons le permettait, des histogrammes fréquences/teneurs en polluant, par espèce et par polluant ont été établis (voir II₄).

Enfin en II₅ nous avons cru utile de renseigner les teneurs en mercure déterminées à l'I.R.C. telles que communiquées à M. le Professeur BIGWOOD, Président de l'I.B.A.N. Celui-ci, en vue d'effectuer une publication sur la teneur en mercure des produits de la pêche, nous a demandé de pouvoir joindre nos résultats à la liste de ceux fournis par le Professeur FOUASSIN. Nos résultats lui ont été remis avec l'accord de la C.I.P.S. sous la forme qu'il souhaitait.

Quelques conclusions relatives aux résultats obtenus ainsi qu'un aperçu du programme projeté figurent au chapitre III.



II.2 : TABLEAUX GENERAUX RESUMANT L'ENSEMBLE DES RESULTATS.

[illegible]

[illegible]

II.3 : TABLEAUX PAR POLLUANTS

MERCURY (ppm)

COLLECTION 1972	NAME OF AREA	SQUARE N°	YEAR CLASS.	N	X.max.	X.min.	\bar{x}	σ
SPECIES								
PLAICE	SOUTHERN NORTH SEA	IVc 27	1967	5	0,36	0,18	0,24	0,09
"	"	"	1968	23	0,39	0,06	0,17	0,08
"	"	"	1969	76	0,32	0,04	0,16	0,06
"	"	"	1970	60	0,39	0,04	0,13	0,08
"	"	"	1971	37	0,39	0,03	0,22	0,09
"	"	IVc 12 IVc 17	1968	5	0,37	0,13	0,26	0,10
"	SOUTH EAST OF IRELAND	VII _G 09	1966	7	0,37	0,08	0,17	0,10
"	BRISTOL CHANNEL	VII _F 04 VII _F 07						
"	SOUTH EAST OF IRELAND	VII _G 09	1968	8	0,42	0,13	0,23	0,09
"	BRISTOL CHANNEL	VII _F 04						
"	"	"	1969	6	0,34	0,06	0,19	0,11
"	IRISH SEA	VII _A 11	1964	6	0,84	0,09	0,39	0,30
"	"	VII _A 10 VII _A 11	1965	4	0,60	0,19	0,38	0,17
"	"	"	1966	5	0,46	0,10	0,34	0,15
"	"	"	1967	7	0,71	0,10	0,34	0,19
"	"	"	1968	7	0,37	0,13	0,27	0,09
"	"	"	1969	5	0,46	0,07	0,33	0,15
WHITING	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	1969	18	0,37	0,08	0,29	0,08
"	"	"	1970	93	0,56	0,07	0,19	0,09
"	"	"	1971	40	0,36	0,11	0,17	0,06
SPRATS	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	-	47	0,29	0,04	0,15	0,06

COLLECTION 1972 SPECIES	NAME OF AREA	SQUARE N°	YEAR CLASS.	N	X.max.	X.min.	\bar{x}	σ
SOLE	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 02 " 26 " 27	68-69-70- 71	13	0,48	0,036	0,21	0,12
"	BRISTOL CHANNEL + SOUTH EAST OF IRELAND	VII _F 04 VII _F 09	63-66-69	10	0,38	0,04	0,16	0,10
COD	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	1969	4	0,20	0,03	0,15	0,06
"	"	"	1970	52	0,27	0,04	0,13	0,05
"	"	"	1971	8	0,21	0,04	0,11	0,02
SHRIMPS	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	?	99	0,25	0,04	0,11	0,04

COPPER (ppm)

[illegible]

COLLECTION 1972 SPECIES	NAME OF AREA	SQUARE NO	YEAR CLASS.	N	X.max.	X.min.	\bar{x}	σ^2
COD	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	1970	35	1,24	0,30	0,67	0,29
SHRIMPS	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	?	89	22	6,6	12,8	3,2

ZINC (ppm)

COLLECTION 1972 SPECIES	NAME OF AREA	SQUARE N°	YEAR CLASS.	N	X.max.	X.min.	\bar{x}	σ
PLAICE	SOUTH EAST OF IRELAND	VII _G 09	1966	4	5,97	3,70	4,69	0,94
	BRISTOL CHANNEL	VII _F 04						
		VII _F 07						
"	"	"	68+69	4	4,79	3,00	3,97	0,82
"	IRISH SEA	VII _A 10	64+65	5	6,46	3,66	5,44	1,12
		VII _A 11						
"	"	"	67	5	5,94	3,83	5,10	0,85
"	"	"	68+69	6	5,49	2,52	4,47	1,10
WHITING	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	69-70-71	16	8,2	4,9	5,9	1,1
SPRAT	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	-	23	29,3	16,7	23,8	3
COD	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	1970	14	5,07	3,26	4,16	0,51
SHRIMPS	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	?	24	44,44	17,23	26,1	7,28

LEAD (ppm)

COLLECTION 1972 SPECIES	NAME OF AREA	SQUARE NO	YEAR CLASS.	N	X.max.	X.min.	\bar{x}	σ
PLAICE	SOUTH EAST OF IRELAND	VII _G 09	66	4	0,22	0,15	0,20	0,03
"	BRISTOL CHANNEL	VII _F 04 VII _F 07	68+69	4	0,20	0,11	0,15	0,04
"	"	"	64+65	5	2,81	0,13	0,68	1,18
"	IRISH SEA	VII _A 10 VII _A 11	67	5	1,69	0,18	0,65	0,67
"	"	"	68+69	6	0,80	0,17	0,29	0,25
WHITING	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	69-70-71	16	4	0,2	0,83	1,06
SPRAT	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	-	23	5,3	0,1	1,98	1,5
COD	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	1970	14	0,83	0,21	0,30	0,16
SHRIMPS	SOUTHERN NORTH SEA	IV _C 27	?	22	16,8	0,40	4,32	4,4

II 4 : HISTOGRAMMES.

frequencies %

Hg

plios: cote belge

age: 1968

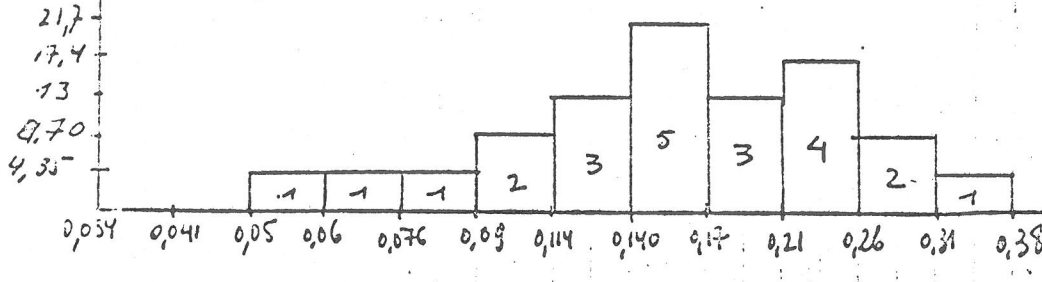
Peches: 1972

n = 23

$\bar{x} = 0,17$ ppm Hg

$\bar{\sigma} = 0,08$ ppm Hg

$(\alpha = \sqrt{1,5} = 1,22)$



frequencies relatives cumules %

Hg

plios: cote belge

age: 1968

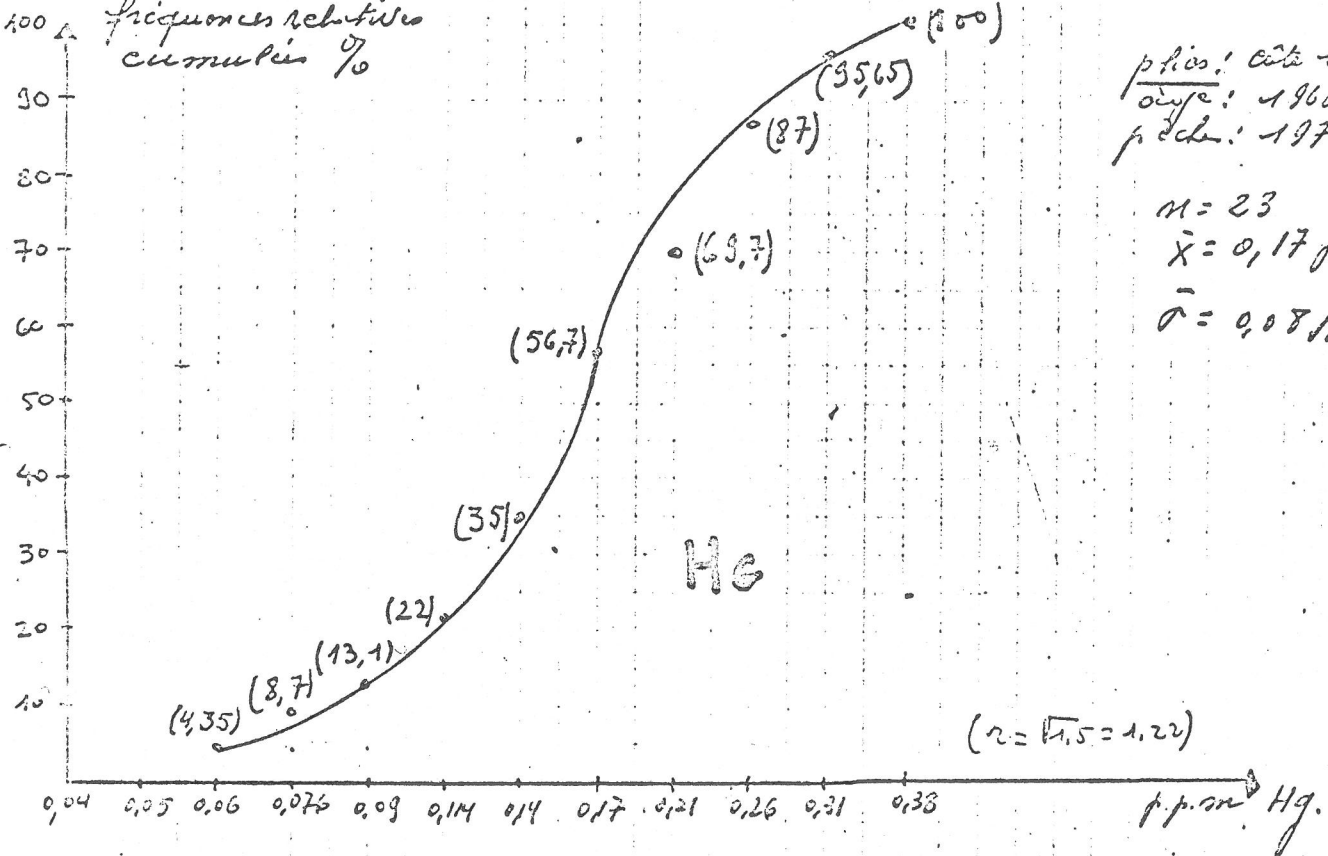
peches: 1972

n = 23

$\bar{x} = 0,17$ ppm Hg

$\bar{\sigma} = 0,08$ ppm Hg

$(\alpha = \sqrt{1,5} = 1,22)$



Thier : cote de l'oeil

Age : 1969

février 1972

$n = 76$

$\bar{x} = 0,16$ ppm Hg

$\sigma = 0,06$ ppm Hg

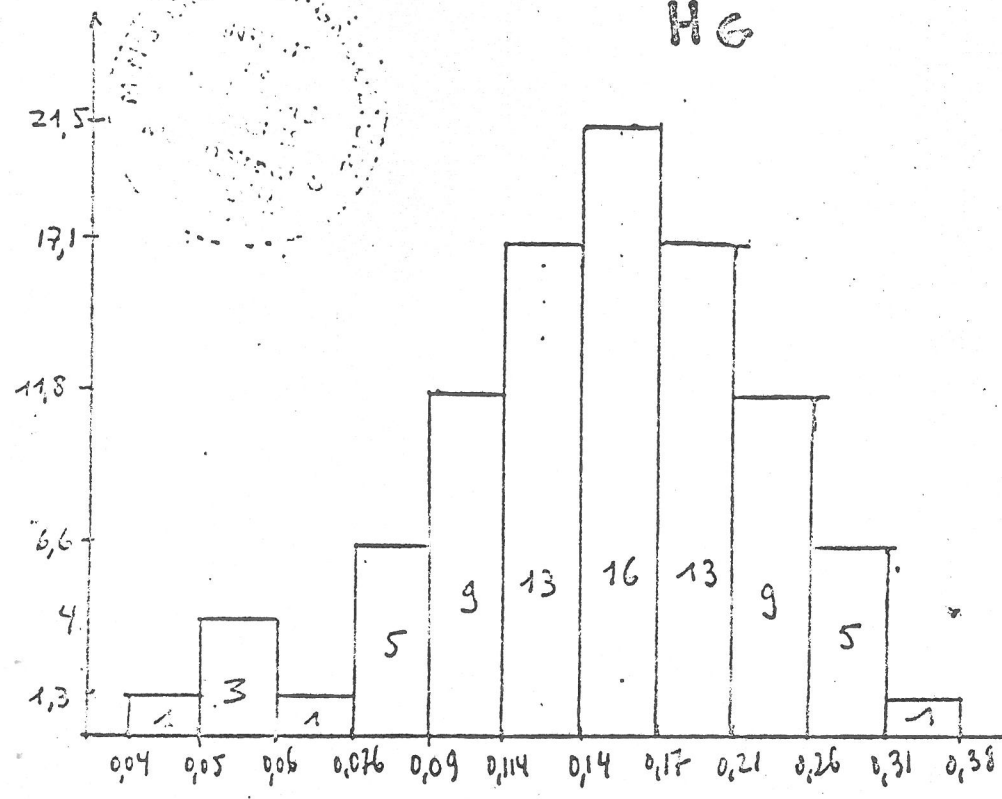
$\frac{\sigma}{\bar{x}} = 40\%$

$R = \sqrt{4.5} = 2.22$

Hg (ppm)

Hg

% fréquence



% fréquence

H₀

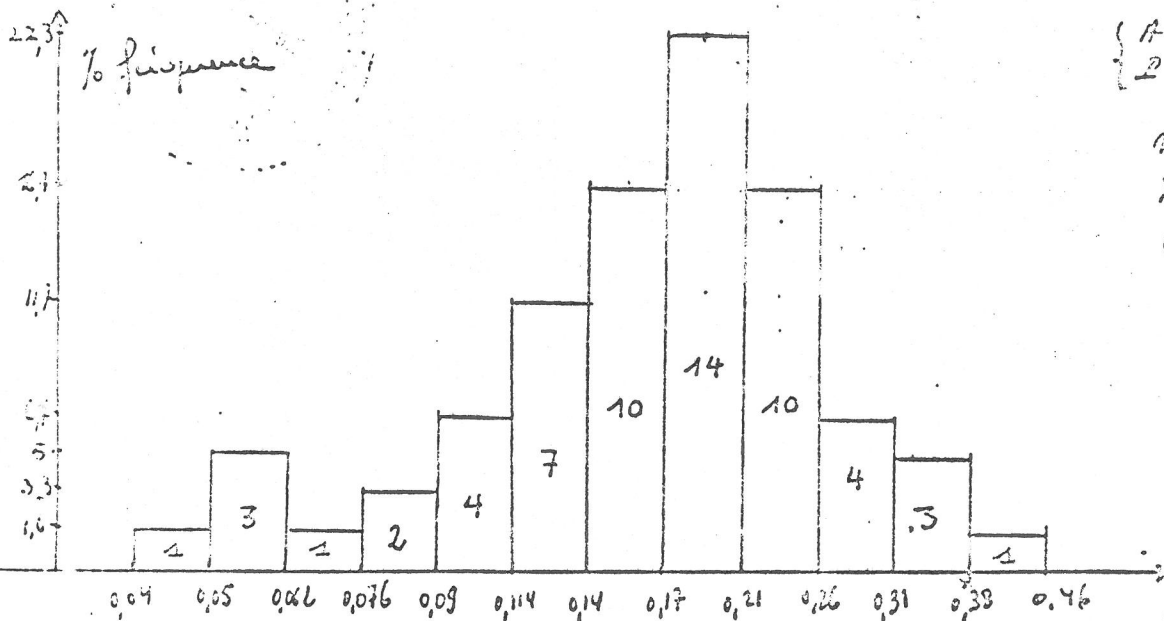
Plus : Côte belge

{ AGE : 1970
Pds : 1972

n = 60

$\bar{X} = 0,18$ g/m H₀

$\sigma = 0,08$ g/m H₀



$L = \sqrt{1.5} = 1.22$

H₀ (g/m)

% fréquence

H₀

Plus : Côte belge

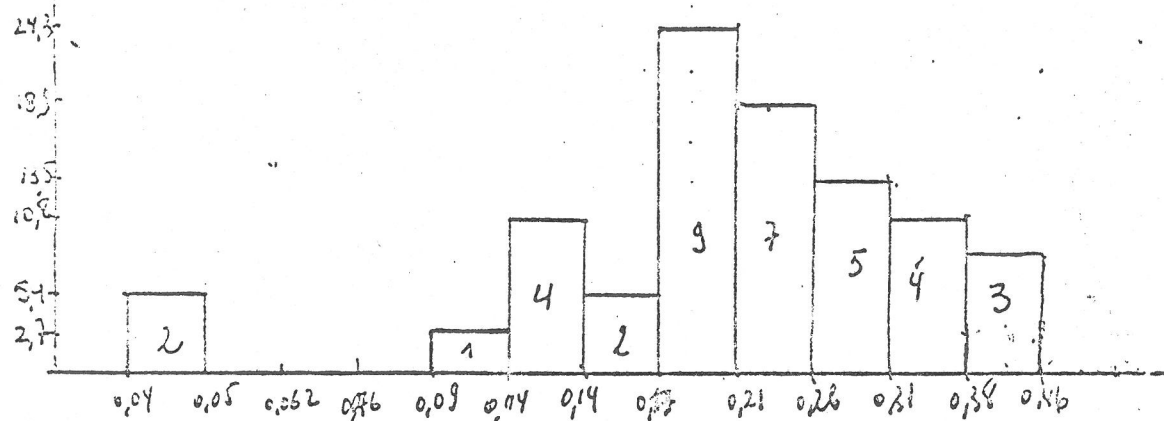
AGE : 1971

Pds : 1972

n = 37

$\bar{X} = 0,22$ g/m H₀

$\sigma = 0,09$ g/m H₀



$L = \sqrt{1.5} = 1.22$

H₀ (g/m)

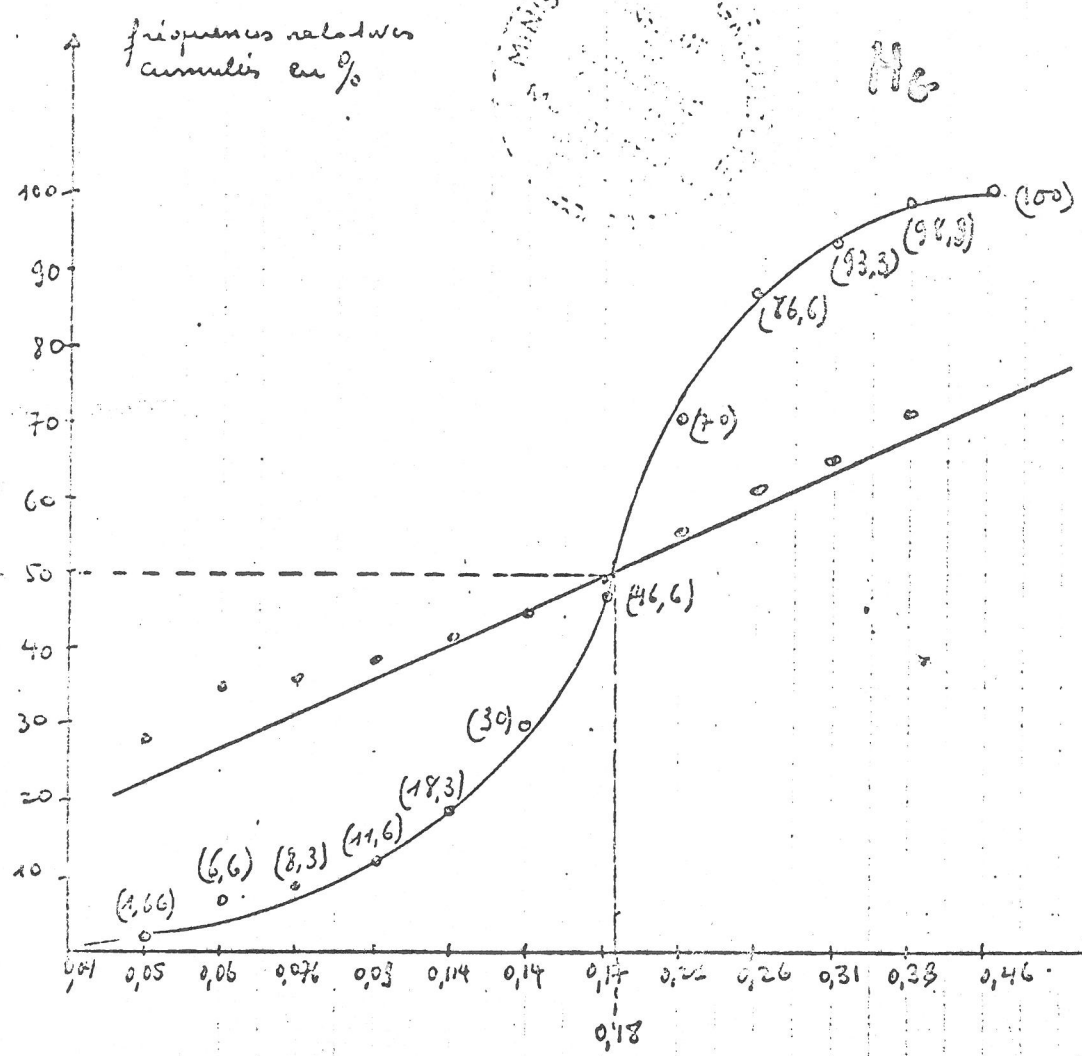


He

plus: Côte d'Ivoire
 âge: 1970
 pèche: 1972

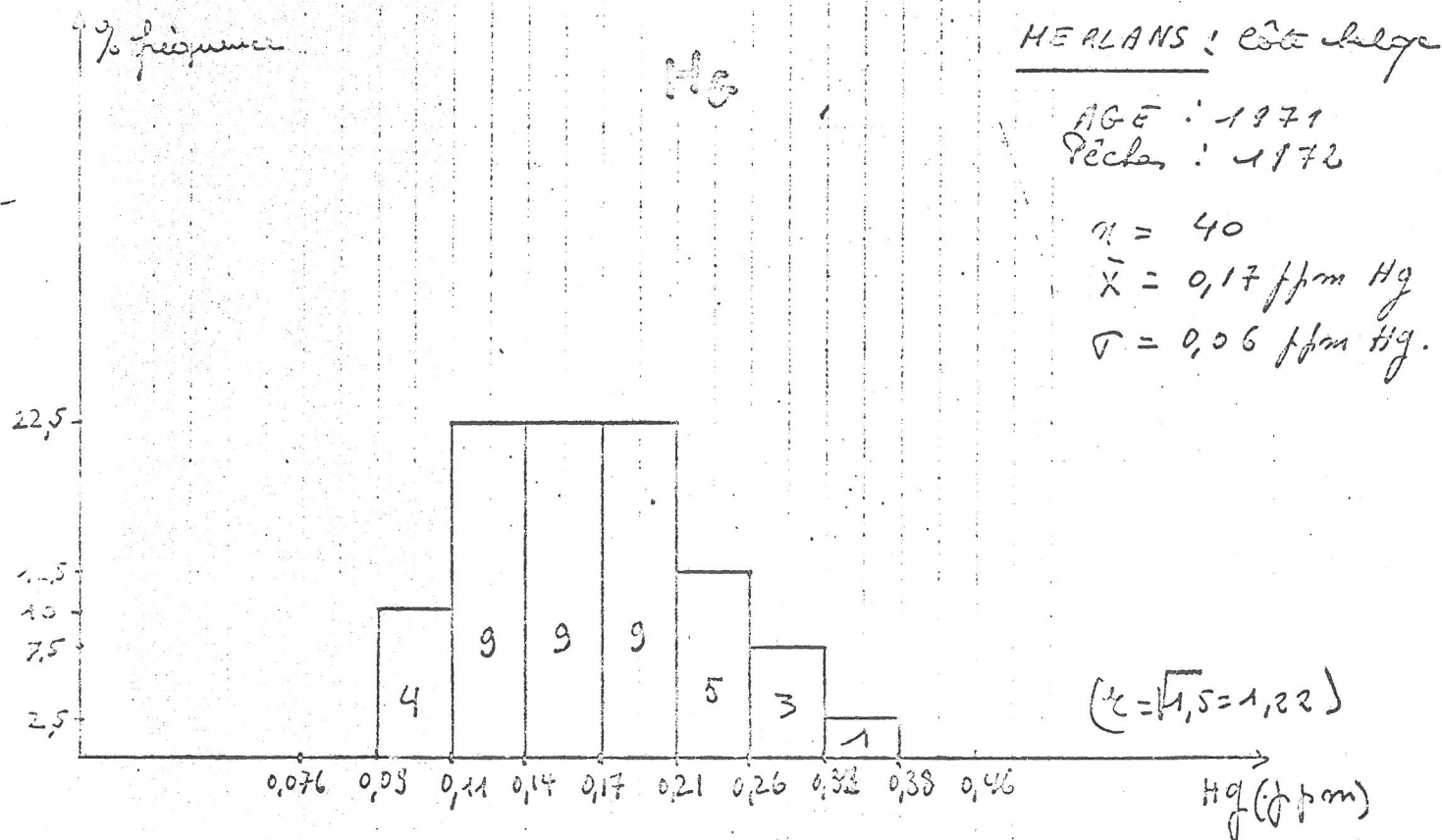
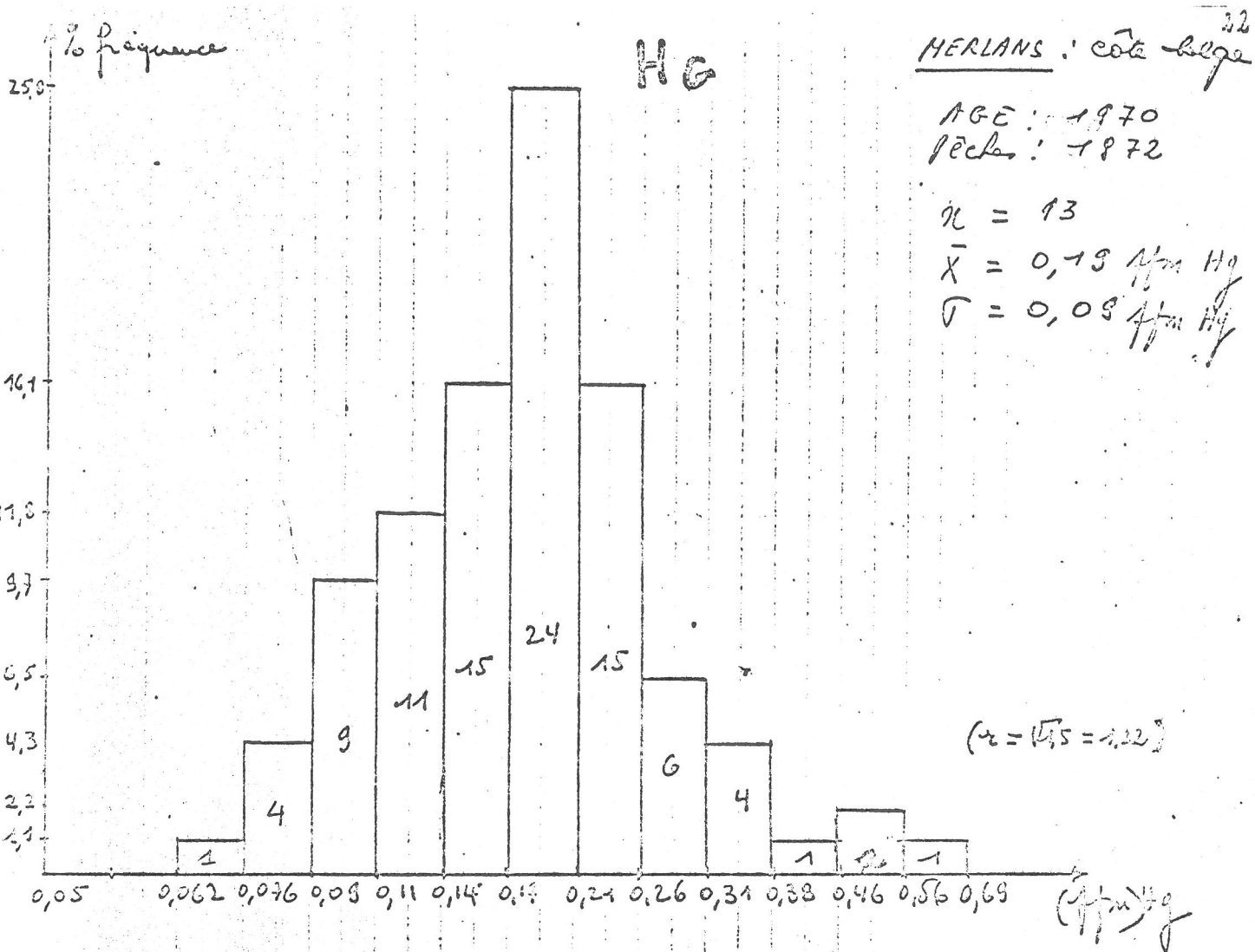
$n = 60$
 $\bar{x} = 0,18$ g/m H
 $\sigma = 0,08$ g/m H

(Log normale)



$R = \sqrt{1,5} = 1,22$

g/m Hg



% fréquence

25

H₀

Carilloum: cote de la

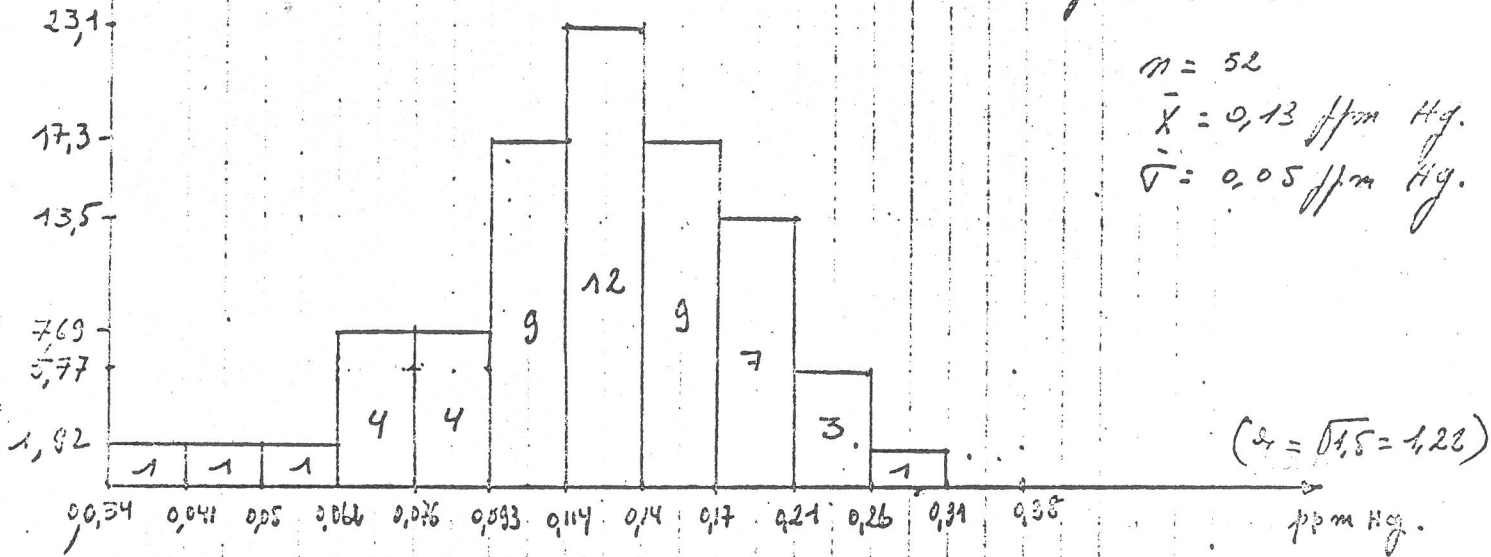
AGE: 1970.

pêches: 1972

$n = 52$

$\bar{x} = 0,13$ ppm Hg.

$\sigma = 0,05$ ppm Hg.



fréquences relatives cumulée en %

H₀

Carilloum:

cote de la

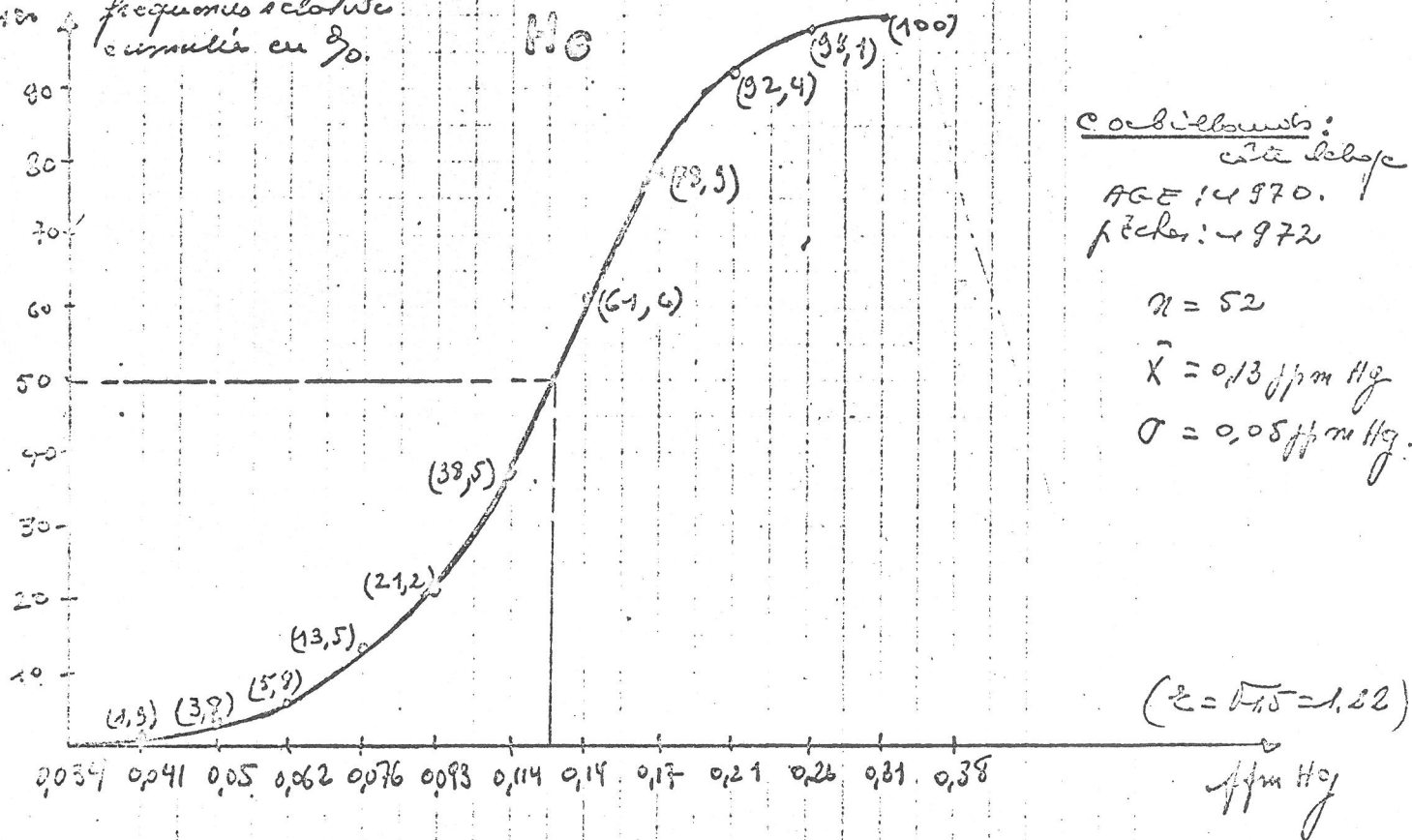
AGE: 1970.

pêches: 1972

$n = 52$

$\bar{x} = 0,13$ ppm Hg.

$\sigma = 0,05$ ppm Hg.

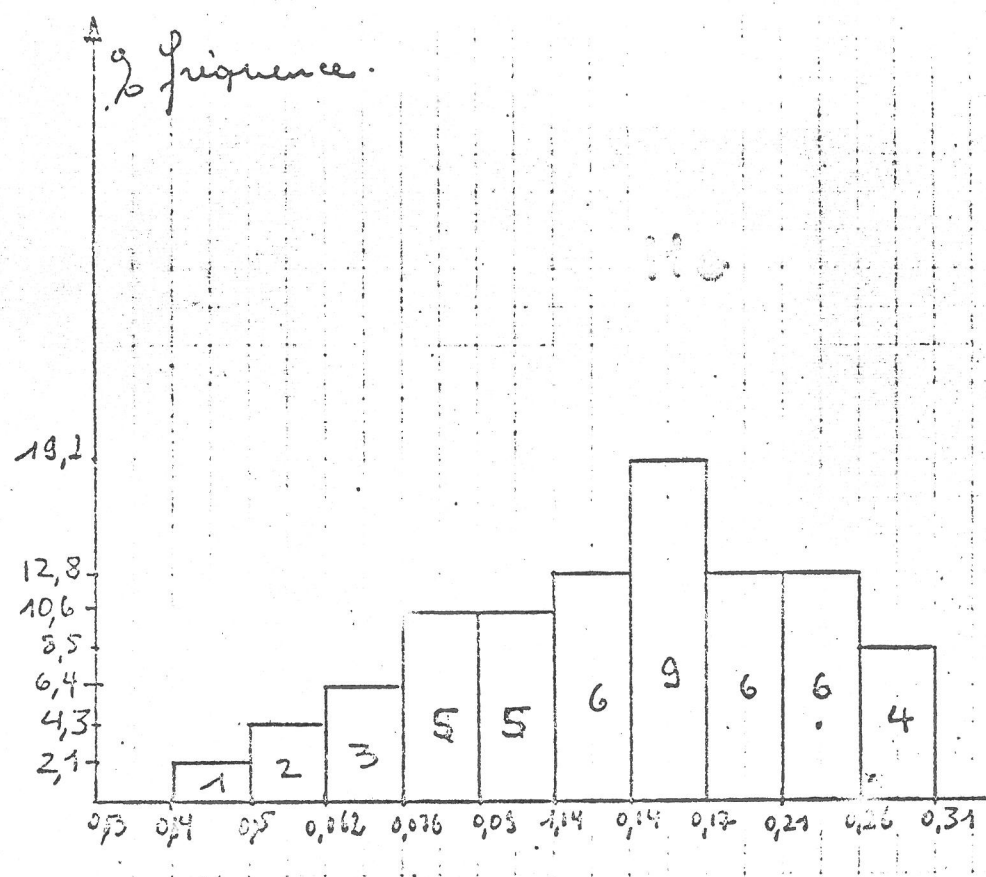


SPRATS : côte belge
pêches: 1472

$n = 47$

$\bar{x} = 0,15$ p.p.m. Hg

$\sigma = 0,066$ p.p.m. Hg



$(z = \frac{0,5}{0,066} = 1,22)$

p.p.m. Hg

CREVETTES

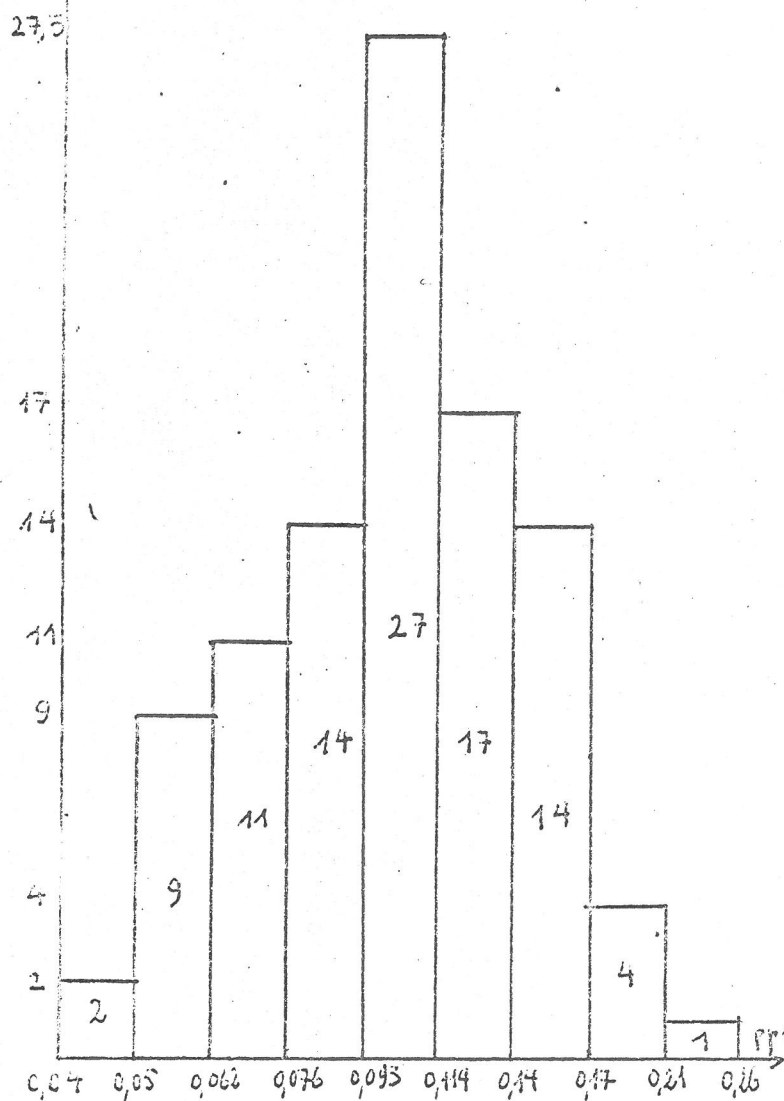
CÔTE BELGE 1972

$n = 99$

% fréquence $\bar{X} = 0,107 \text{ ppm Hg}$

$\sigma = 0,04 \text{ ppm Hg}$

Hg

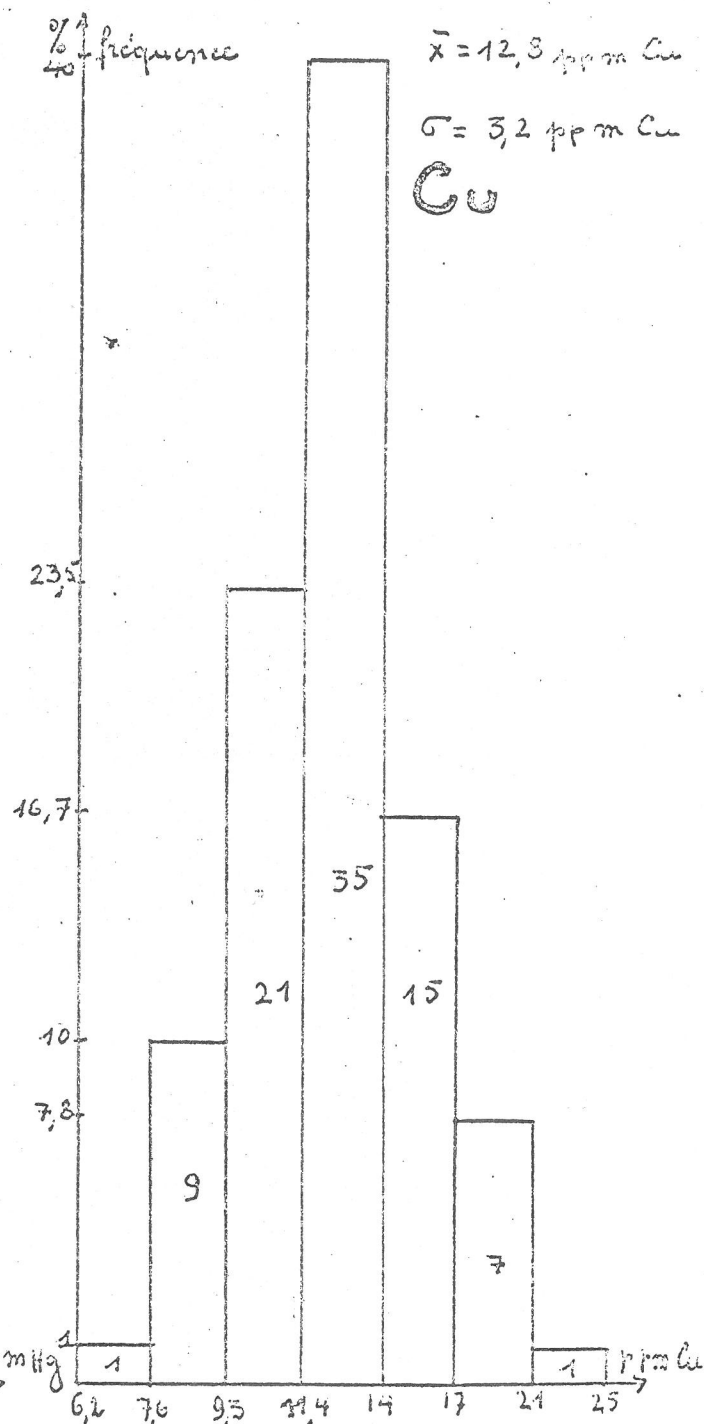


$n = 89$

% fréquence $\bar{X} = 12,8 \text{ ppm Cu}$

$\sigma = 3,2 \text{ ppm Cu}$

Cu



$(\sigma = \sqrt{1.5} = 1.22)$

PLIES: Cote de la rive 26

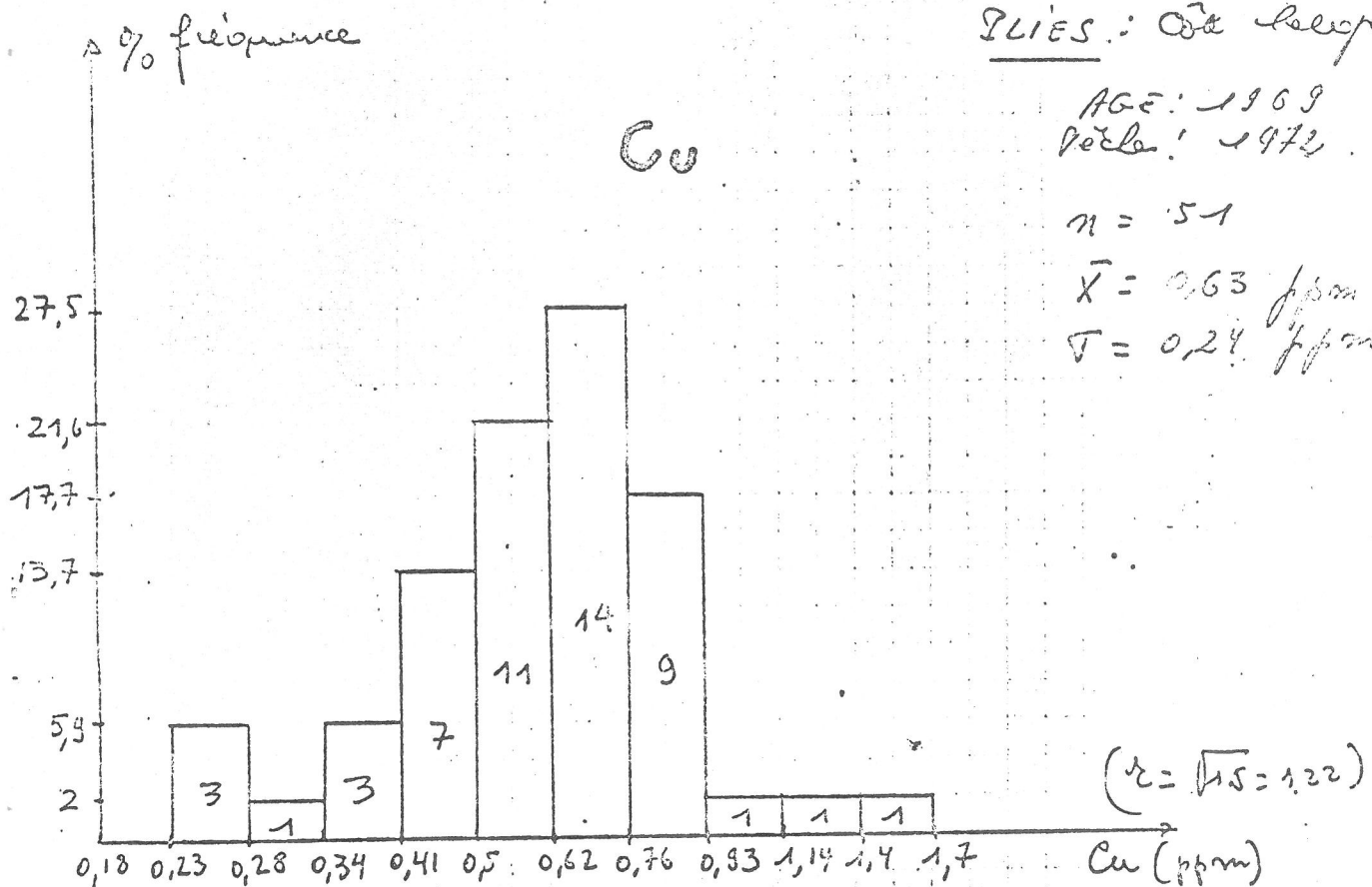
AGE: 1969

Pêche: 1972

$n = 51$

$\bar{X} = 0,63 \text{ ppm Cu}$

$\sigma = 0,24 \text{ ppm Cu}$



PLIES: Cote de la rive

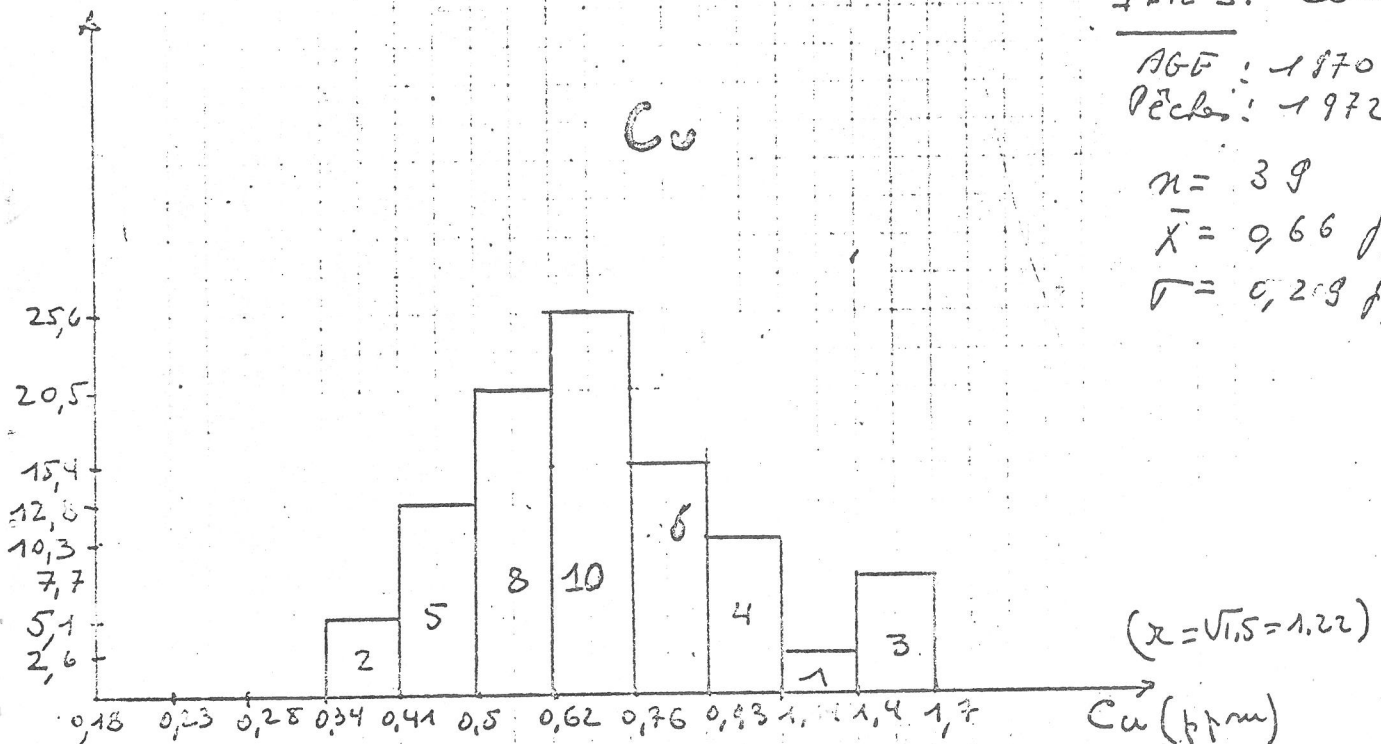
AGE: 1970

Pêche: 1972

$n = 39$

$\bar{X} = 0,66 \text{ ppm Cu}$

$\sigma = 0,29 \text{ ppm Cu}$



MERLANS : Côte belge

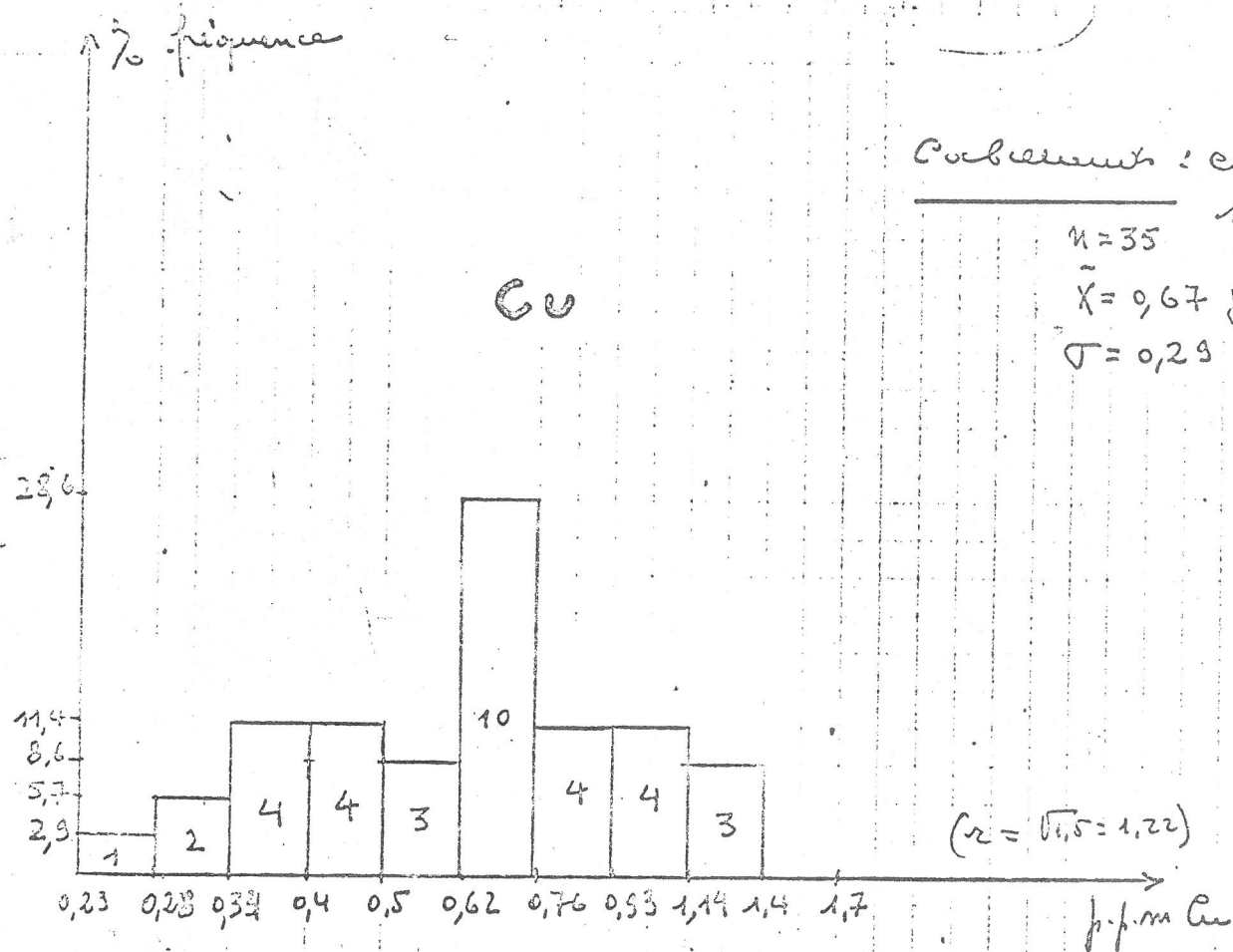
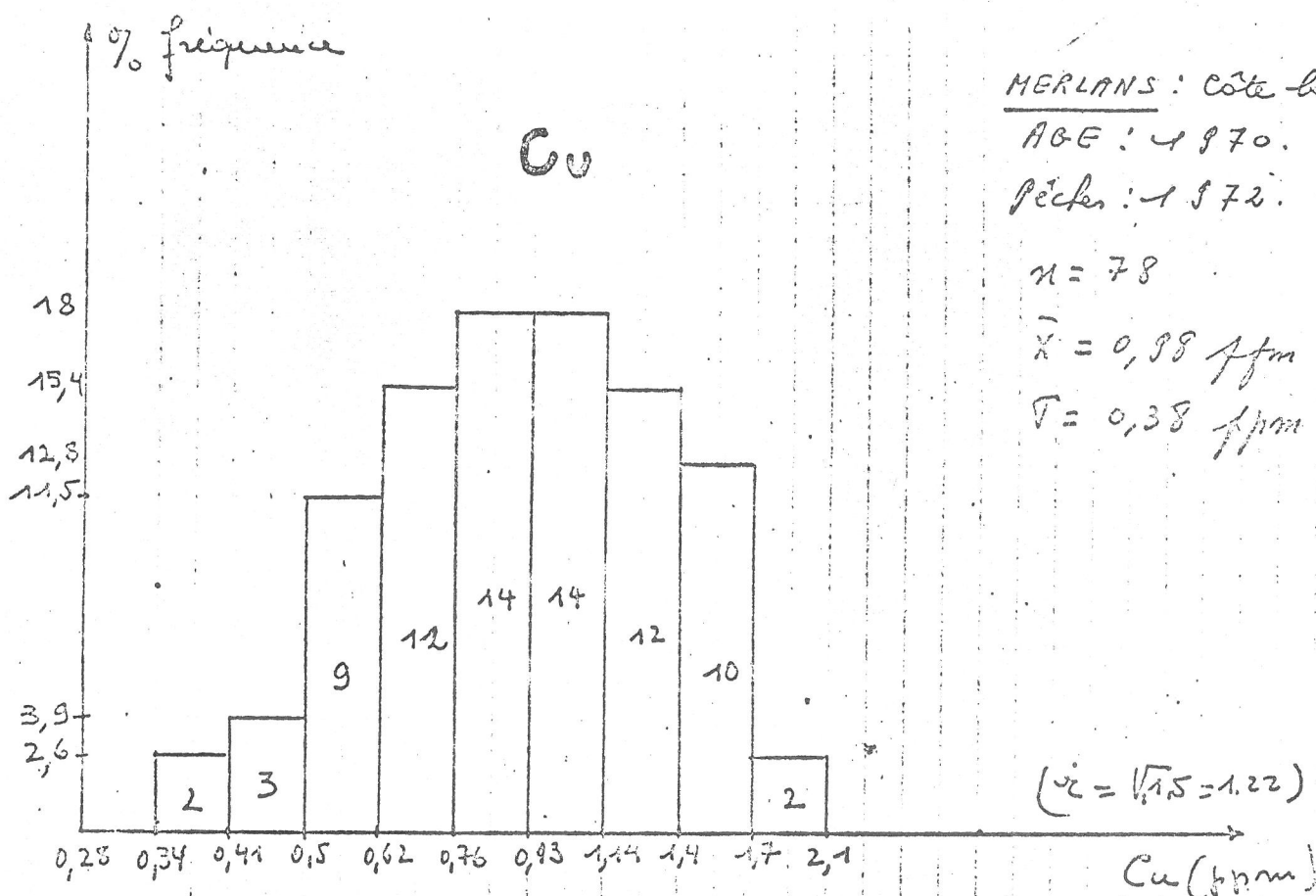
AGE : 4870.

Pêches : 1972.

$n = 78$

$\bar{x} = 0,98 \text{ ppm Cu}$

$\sigma = 0,38 \text{ ppm Cu}$



Coubernet : Côte belge

Pêches 1970

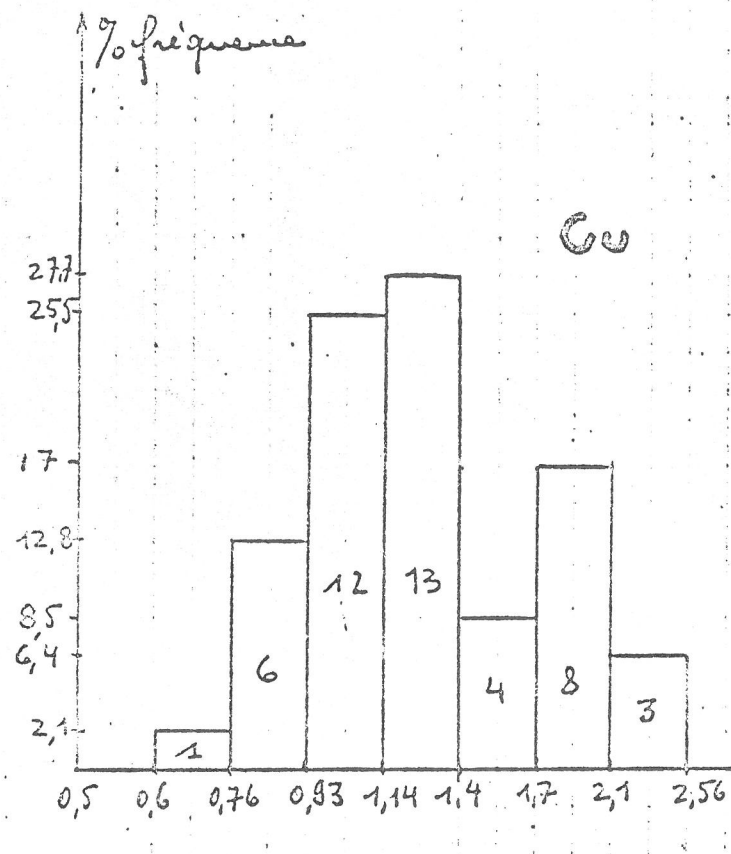
$n = 35$

$\bar{x} = 0,67 \text{ ppm Cu}$

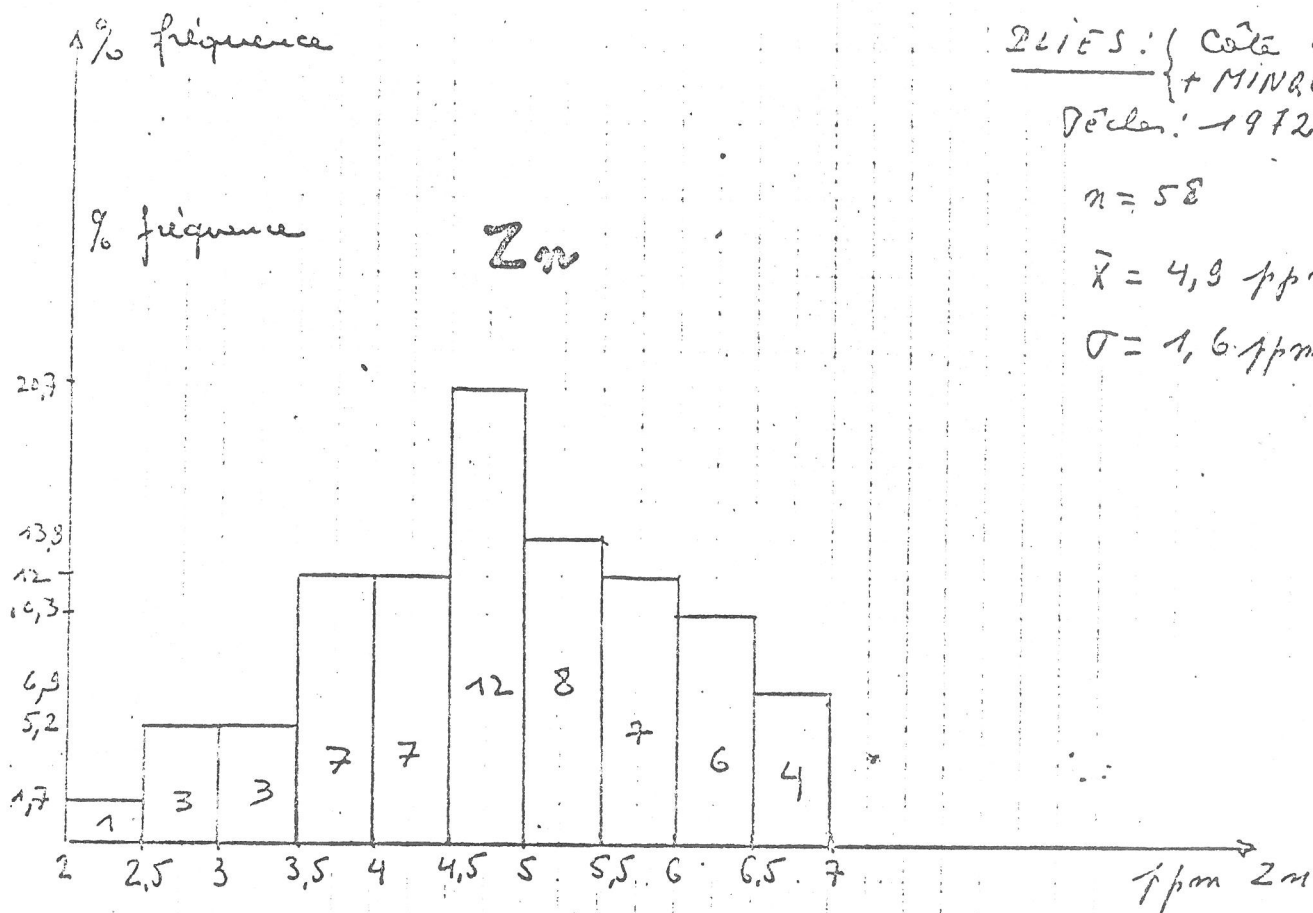
$\sigma = 0,29 \text{ ppm Cu}$

SPRATS : Côte d'Ivoire
pêches 1972

$n = 47$
 $\bar{x} = 1,3$ p.p.m Cu
 $\sigma = 0,43$ p.p.m Cu.



($1.2 \pm 1.5 = 1.22$)



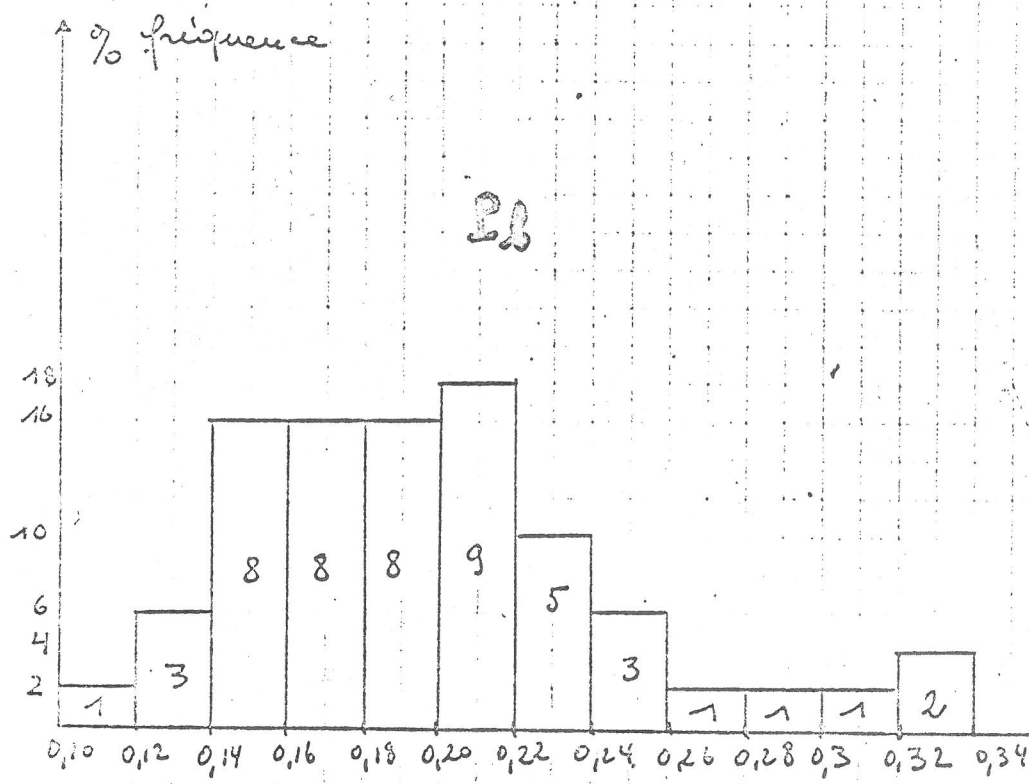
DLIES: { Côte belge 29
+ MINQUE

Pêche: 1972

$$n = 58$$

$$\bar{x} = 4,9 \text{ ppm Zn}$$

$$\sigma = 1,6 \text{ ppm Zn}$$



DLIES: { Côte belge
+ Minque

Pêche: 1972

$$n = 50$$

$$\bar{x} = 0,19 \text{ ppm Pb}$$

$$\sigma = 0,05 \text{ ppm Pb}$$

n = 6	
1 à	0,58 ppm
1 à	0,8 "
1 à	0,96 "
1 à	1,55 "
1 à	1,69 "
1 à	2,71 "

II.5 TENEURS COMMUNIQUEES A L'I.B.A.N. (Prof. BIGWOOD)

RESULTATS GLOBAUX Hg.

Dosages du mercure total dans 919 échantillons de produits de la pêche, déterminations de l'Institut de Recherches Chimiques (Ministère de l'Agriculture)

I. Poissons pêchés par la Station de Pêche Maritime d'Ostende (Min.Agri.) tout au long de la côte belge (sud Mer du Nord) (ICES 27).

<u>ppm Hg total dans éch. égoutés</u>	<u>687 éch. côte belge</u>	<u>%</u>
0,01 à moins de 0,10	155	22,5
0,10 " " " 0,20	369	53,7
0,20 " " " 0,30	127	18,5
0,30 " " " 0,40	30	4,43
0,40 " " " 0,50	4	0,58
0,50 " " " 1,00	2	0,29
plus de 1,00	0	-
Totaux	687	100
Moyenne	0,16 ppm	(moyenne 6 espèces : 0,15 ppm)
Minimum et maximum	0,03 - 0,56	

II. Poissons achetés par la Station de Pêche Maritime d'Ostende à la minque et provenant de Bristol Channel (ICES 04-07), South East of Ireland (09), Irish Sea (10-11), Southern North Sea (02-26-12-17).

<u>ppm Hg total dans éch. égoutés</u>	<u>214 éch. minque</u>	<u>%</u>
0,01 à moins de 0,10	43	20,1
0,10 " " " 0,20	77	36,0
0,20 " " " 0,30	38	17,7
0,30 " " " 0,40	28	13,1
0,40 " " " 0,50	15	7,0
0,50 " " " 1,00	13	6,1
plus de 1,00	0	-
Totaux	214	100
Moyenne	0,21 ppm	(Moyenne 3 espèces : 0,19 ppm)
Minimum et maximum	0,04 - 0,84	

III. Poissons de rivière fournis par la Station de recherches des Eaux et Forêts
(Groenendaal) Min.Agri.

<u>ppm Hg total dans éch.égoutés</u>	<u>18 éch. Groenendaal</u>	<u>%</u>
0,01 à moins de 0,10 ppm	17	94,5
0,10 " " " 0,20	1	5,5
plus de 0,20	0	-
Totaux	18	100
Moyenne	0,04 ppm (moyenne 4 espèces :	
Minimum et maximum	0,01 - 0,10	0,04 ppm)

Analyses I.R.C.

			<u>ppm Hg total</u>		
	<u>Nbre éch.</u>		<u>Moyenne</u>	<u>Min.</u>	<u>Max.</u>
I. <u>Ech.pêchés tout au long côte belge</u>			0,16	0,03	0,56
Cabillauds (687)	77		0,12	0,04	0,27
Merlans	210		0,18	0,04	0,56
Plies	230		0,18	0,03	0,44
Soles	3		0,17	0,09	0,27
Sprats (lots)	60		0,15	0,04	0,37
Crevettes (")	107		0,11	0,04	0,25
	<u>687</u>				
II. <u>Ech.achetés à la minque</u> (214)			0,21	0,04	0,84
Cabillauds	5		0,16	0,10	0,22
Plies	141		0,23	0,04	0,84
Soles	68		0,18	0,04	0,66
	<u>214</u>				
III. <u>Ech.de rivière (Groenendaal) (18)</u>			0,04	0,01	0,10
Chabot	5		0,02	0,01	0,05
Loche	6		0,05	0,03	0,10
Truite	1		0,04	-	-
Vairon	6		0,05	0,03	0,07
Totaux	<u>919</u>		<u>0,17</u>	<u>0,01</u>	<u>0,84</u>

III. CONCLUSIONS.

Rappelons que les considérations développées au présent rapport sont relatives uniquement à l'aspect chimique des travaux menés en collaboration avec la Station de Pêche Maritime d'Ostende.

1) Variation des teneurs moyennes Hg

Au tableau II₂ (pages 8 à 10) on peut observer une augmentation de la teneur en Hg des poissons étudiés du premier envoi (automne 1971) au sixième (été 1972), quasi en chaque endroit de pêche.

Il apparaît que la teneur moyenne en Hg des poissons pêchés en été 1972 est nettement la plus élevée et qu'elle influence en conséquence positivement la moyenne globale de l'année pour chaque espèce considérée (crevettes exceptées).

Au tableau ci-après nous avons repris pour un nombre (n) de poissons pêchés sur la côte belge la teneur moyenne en Hg relative à chacune des saisons de pêche ainsi que la moyenne générale arrêtée au 15 juin 1972 et celle au 15 septembre 1972.

\bar{x} = TENEURS MOYENNES Hg total

Campagnes de pêche	PLIES		MERLANS		SPRATS		CABILLAUDS	
	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n
Automne 71 (1-2)	0,14	46	0,14	67	0,14	12	0,10	34
Hiver 71-72 (3-4)	0,14	57	0,17	25	0,15	23	0,14	43
Printemps 72 (5)	0,16	41	0,17	59	0,11	9	-	-
Eté 72 (6)	0,22	86	0,23	59	0,17	16	-	-
\bar{x} générale/1 à 5	0,15	144	0,16	151	0,14	44	0,12	77
\bar{x} générale/1 à 6	0,18	230	0,18	210	0,15	60	0,12	77

Sous réserve de contrôle ultérieurs, il se pourrait, d'après ces premiers résultats, qu'il y ait une influence de caractéristiques saisonnières se traduisant par une augmentation des teneurs en Hg en été.

Actuellement il n'est pas possible de décider s'il s'agit réellement d'une influence saisonnière, d'une augmentation progressive et continue du niveau de pollution ou des deux causes.

Quant à la nature des paramètres qui pourraient entraîner l'éventuelle augmentation de la teneur des poissons en été, elle est peut-être à rapprocher de l'augmentation de la productivité primaire en mer du Nord : 100 mg C/m² J en hiver, 1500 mg C/m² J en été (cfr. Rap.Synthèse Mod.Math.Mer, nov.1972). Connaissant le pouvoir concentrateur du phytoplancton, notamment vis à vis des métaux lourds, il paraîtrait logique d'enregistrer une augmentation conjuguée de la teneur des poissons en ces éléments.

L'augmentation de la teneur en Hg total est paradoxalement plus caractéristique encore quand on compare des poissons de même âge. Par exemple :

Espèces	âge	Provenance	Période de pêche (1972)	
			janvier à mi-juin	mi-juin à septembre
Plies	1969	S.mer Nord	0,14 (n = 53)	0,20 (n = 23)
"	1970	"	0,14 (n = 30)	0,21 (n = 30)
"	1971	"	0,13 (n = 7)	0,25 (n = 30)
Merlans	1970	"	0,16 (n = 61)	0,24 (n = 32)

En ce qui concerne la distribution respective des teneurs dans une même espèce de poisson, de même âge, on constate que la plus grande fréquence se situe entre les mêmes limites de teneurs quelle que soit la période de pêche. Par contre, la courbe de distribution s'étale plus vers les hautes teneurs pour la pêche d'été.

Exemple : Plies; classe d'âge : 1970

Sud Mer du Nord

Période de pêche (1972)

Classes ppm Hg total	FREQUENCES	
	janvier à mi-juin (n = 30)	mi-juin à mi-septembre (n = 30)
- 0,17 à 0,21 : à fréquence maximum	33 %	33 %
- 0,04 à 0,09	25 %	0 %
- 0,26 à 0,39	0 %	25 %

Rappel : moyenne été : 0,21, hiver : 0,14

La suite des travaux permettra de savoir s'il s'agit bien d'une augmentation périodique, comme souhaitable.

Dans ce cas, la corrélation qui existerait entre ce phénomène et l'élimination subséquente du mercure par les organismes marins devrait être étudiée.

2) Surveillance de la pollution.

La discussion des nombreux résultats chimiques déjà obtenus permet de dégager les bases d'une méthodologie à appliquer pour surveiller la pollution des poissons de la Mer destinés à la consommation, ceci vu du point de vue chimique. En premier lieu le nombre de spécimens d'une même espèce doit être assez grand pour qu'il soit représentatif du lieu de la pêche compte tenu de la distribution toujours étalée des teneurs. D'après ce qui précède, pour toute sécurité, il faut y ajouter le paramètre "période de pêche". Par contre il n'est pas évident que l'âge constitue un paramètre dont il faille absolument tenir compte, bien qu'une corrélation existe entre cet âge et la teneur en Hg.

En ce qui concerne la surveillance systématique à assurer après la période d'étude, qui doit s'étaler sur deux années au moins, compte tenu des moyens toujours limités, on peut estimer qu'il faudrait au moins une trentaine de spécimens de la même espèce, pêchés durant la même saison, pour caractériser la pollution des poissons provenant d'une aire de pêche. La solution serait probablement d'effectuer de semblables contrôles durant des périodes assez éloignées les unes des autres mais de procéder à des études beaucoup plus fréquentes d'une espèce provenant d'une aire de pêche déterminée dès qu'apparaissent des anomalies. Les fréquences à respecter doivent être déterminées pour chaque espèce en fonction de leurs teneurs moyennes actuelles.

Les dispositions exposées ci-avant devraient permettre aux autorités compétentes de décider à temps des éventuelles mesures à prendre, à propos d'une espèce de poisson ou d'une aire de pêche, eu égard à la protection des consommateurs.

3) Autres métaux lourds.

En ce qui concerne d'autres éléments lourds, le tableau II₂ renseigne des teneurs moyennes importantes en zinc et plomb pour les sprats; en cuivre, zinc et plomb, pour les crevettes ($\bar{x} = 12,8$ ppm de cuivre, plus de 60 % des teneurs comprises entre 10 et 15,5 ppm Cu).

S'il faut tenir compte des teneurs normales de ces espèces, il n'est pas moins vrai que le caractère toxique des éléments cités est à prendre en considération. Les histogrammes teneurs-fréquences (raison = $\sqrt{1,5}$, particulièrement appropriée pour la majorité des cas étudiés) mettent en évidence une distribution quasi log-normale pour le Hg et le Cu. Pour le Zn et le Pb, uniquement dosés jusqu'à présent dans les plies, la distribution est plutôt normale dans le cas du zinc et présente certaines discontinuités pour le plomb.

4) Eléments de programme.

En ce qui concerne la poursuite des recherches, du point de vue chimique :

- suivant les possibilités les investigations seront étendues à d'autres éléments, notamment le cadmium;
- l'influence éventuelle des modes de préparation du poisson sur la teneur résiduelle en Hg sera envisagée;
- l'étude systématique des teneurs en polluants des espèces de poissons et crustacés de la pêche belge sera poursuivie suivant l'optique décrite.

Qu'il nous soit permis d'insister encore sur le fait qu'un renforcement des moyens est indispensable pour mener à bien les tâches prévues.

IV. METHODES ANALYTIQUES.

(Modes opératoires sommaires)

1. MERCURE.

- Laisser revenir le poisson conservé au freezer à -20°C , à 1° ambiante;
- $\pm 1,5$ gr de filet dans un erlenmeyer 250 ml et ajuster un réfrigérant;
- solubilisation dans H_2SO_4 (5 ml, 36 N) + H_2O_2 (2,5 ml, 30 %);
- chauffer 3 à 4 min. (décomposition H_2O_2);
- laisser refroidir, rincer réfrigérant avec 30 ml eau bidistillée;
- porter solution à 100 ml avec eau bidistillée;
- prise de 5 ml (pour détermination Cu);
- 95 ml \rightarrow MAS (flacon) \rightarrow 150 ml (H_2O bidistillée)
 - ± 10 gouttes KMnO_4 (5 g/100 ml) jusqu'à coloration rose
 - + 2 ml NaBH_4 1% (1 g NaBH_4 + 5 ml NaOH 0,1 N/100 ml H_2O bidistillée);
- enclencher système aération du MAS 50 et enregistreur.

Standardisation.

- solution standard : 0,1 mg Hg/l (H_2SO_4 N) (Hg de HgCl_2)
- courbe d'étalonnage établie avec : 0 - 1 - 2 - 5 - 10 ml de la solution standard/150 ml H_2O bidistillée.
 - + 0,5 ml H_2SO_4 18 N + 1 goutte KMnO_4 5 % + 2 ml NaBH_4 1 %
- solutions mesurées avec le MAS-50.

Blanc.

- 5 gouttes KMnO_4 5 % dans erlenmeyer
- ajuster réfrigérant + 2,5 ml H_2O_2 30 % + 5 ml H_2SO_4 (36 N)
- 3 min. d'ébullition - laisser refroidir - rincer réfrigérant, etc...

Remarques.

- vérifier fréquemment la courbe étalon à partir de standards frais.
- si la quantité de Hg mesurée dépasse $1\mu\text{g}$, recommencer sur portions aliquotes.

2. CUIVRE.

- Voir Hg
- Au départ des 5 ml de solution prélevés avant la détermination Hg, prélever 10 ou 20 μ l au moyen d'une pipette Eppendorf et les injecter dans l'atomiseur du spectrophotomètre AA (Perkin-Elmer 303)

Conditions standards.

Spectrophotomètre $\lambda = 325 \text{ nm}$
 programme A.A 7 : 20 sec à 100° (pour 10 ml)
 30 " à 1100°
 20 " à 2400° (four - voltage : 9 V)

Standardisation.

- solution standard 0,6 g Cu/l (H_2SO_4 (5 %) + H_2O_2 (2,5 %))
- courbe d'étalonnage entre $0,15 \times 10^{-3}$ et $0,75 \times 10^{-3} \mu\text{g Cu}$
- standard : Cu_0 électrolytique.

3. PLOMB.

- laisser revenir poisson à t° ambiante comme pour Hg;
- 3 g poisson séché à 100° dans creuset en Pt
- calcination au four (450° C) durant 5 heures
- cendres dans erlenmeyer 250 ml (ajuster réfrigérant)
 + 5 ml HNO_3 concentré + 2,5 ml H_2O_2 (30 %)
- chauffer légèrement (décomposition H_2O_2), refroidir, rincer réfrigérant + H_2O bidistillée \rightarrow 100 ml
- mettre la solution dans une bouteille en plastique
- injecter 20 ou 50 μ l de la solution dans l'atomiseur du spectrophotomètre A.A. (Perkin-Elmer 303)

Conditions standards.

Spectrophotomètre $\lambda = 383 \text{ nm}$
 programme A.A.6 : 40 sec à 100° (pour 20 μ l)
 20 " à 750°
 20 " à 2000° (voltage four : 7 V)

Standardisation.

- solution standard 0,3 g Pb/l (HNO_3 (5 %) + H_2O_2 (2,5 %))
- courbe d'étalonnage entre $0,375 \times 10^{-3} \mu\text{g}$ et $2 \times 10^{-3} \mu\text{g}$ Pb
- standard : Pb.O specpur.

4. ZINC.

- voir plomb
- prendre la solution contenue dans le flacon en plastique utilisé pour la détermination du Pb
- mesurer à la flamme.

Conditions standards.

spectrophotomètre $\lambda = 214 \text{ nm}$
 échelle = 2
 pression acétylène : 9 psig
 " air : 9 psig

Standardisation.

- solution standard 0,1 g Zn/l (HNO_3 (5 %) + H_2O_2 (2,5 %))
- courbe d'étalonnage entre $0,2 \mu\text{g/ml}$ et $1,25 \mu\text{g/ml}$ Zn
- standard : ZnO specpur

Tervuren, le 15 juin 1973.
 Le Chef de la Section de
 Géochimie et de Spectrographie

ir. R.VANDERSTAPPEN

Partie BTENEURS EN PESTICIDES ET P.C.B.

J.HENRIET et coll.

Station de Phytopharmacie de l'Etat à GEMBLOUX.

ANALYTICAL METHOD FOR DETERMINING PESTICIDES AND PCB IN FISH.
=====1. Extraction.Sample weight : 10 g of fish fillet mixed with Na_2SO_4 anhydrous.

Solvent : petroleum ether (Boiling range : 65 - 70°C).

Apparatus : non-siphoning (plain tube) extractor.

Extraction time : at least 6 hours.

Extract : concentrated in Rotavapor apparatus and then to 1 ml.

2. Clean-up.

- on alumina micro-column deactivated with 5 % water (adapted from Law and Goerlitz - JAOAC 53 (6) 1276. 1970).

- elution with 7 ml petroleum ether. Extract concentrated to 1 ml.

3. Pre-GLC separation.

3.1. Silicic acid - celite microcolumn.

Adapted from Armour and Burke (JAOAC 53 (4) 761. 1970).

- mixture silicic acid + 3 % water (4 parts) and Celite 545 (1 part)

- 1st elution with 6 ml petroleum ether. This eluate contains : PCB's, aldrin, the most part of DDE and of heptachlor. Eluate concentrated to 1 ml \longrightarrow GLC.

- 2nd elution with 4 ml of eluting mixture : acetonitrile (1 part), petroleum ether (19 parts), dichloromethane (80 parts). Eluate concentrated to 1 ml and then separated on 3.2.

3.2. Alumina microcolumn.

Alumina deactivated with 5 % water.

- 1st elution with 2 ml petroleum ether. This eluate contains pp'DDT, DDD, the most part of lindane and the remainder, if any, of DDE and heptachlor.

Eluate concentrated to 1 ml \longrightarrow GLC.

- 2nd elution with 5 ml petroleum ether. This eluate contains dieldrin, endrin, heptachlor epoxide and the remainder, if any, of lindane.

Eluate concentrated to 1 ml \longrightarrow GLC.

4. GLC determination.

Apparatus : Varian 1200.

Detector : ECD, tritium source.

Column : glass. 1,80 m x 3 mm o.d.

Column packing : .4 % OV.1 / 6 % QF.1 on Chromosorb W. 80/100 mesh.

Carrier gas : N_2 flow rate : 30 ml/min.

Temperature : Column 170°C

Injector 220°C

Detector 280°C

Injection : 8 μ l.

5. Peak measurements.

- For pesticides, area or height reported on a calibration curve, checked up from time to time with reference solutions.
- For PCB's, profile method with 5 peaks (Reference : Arochlor 1254).

6. Identification of peaks. (not always as routine method, but as checking up where necessary).

6.1. 1st eluate after silicic acid - celite separation.

- alcoholic NaOH hydrolysis : PCB and DDE are stable.
- CrO_3-HAc : DDE \longrightarrow dichlorobenzophenone.

6.2. 1st eluate after alumina separation.

- alcoholic NaOH hydrolysis : pp' DDT \longrightarrow DDE.
DDD \longrightarrow 2,2-bis (p-chlorophényl)-1-chloroethylene.
lindane \longrightarrow disappears.
- as supplementary checking up where necessary CrO_3-HAc : DDE \longrightarrow dichlorobenzophenone.

6.3. 2nd eluate after alumina separation.

- H_2SO_4 conc. : dieldrin and endrin disappear.

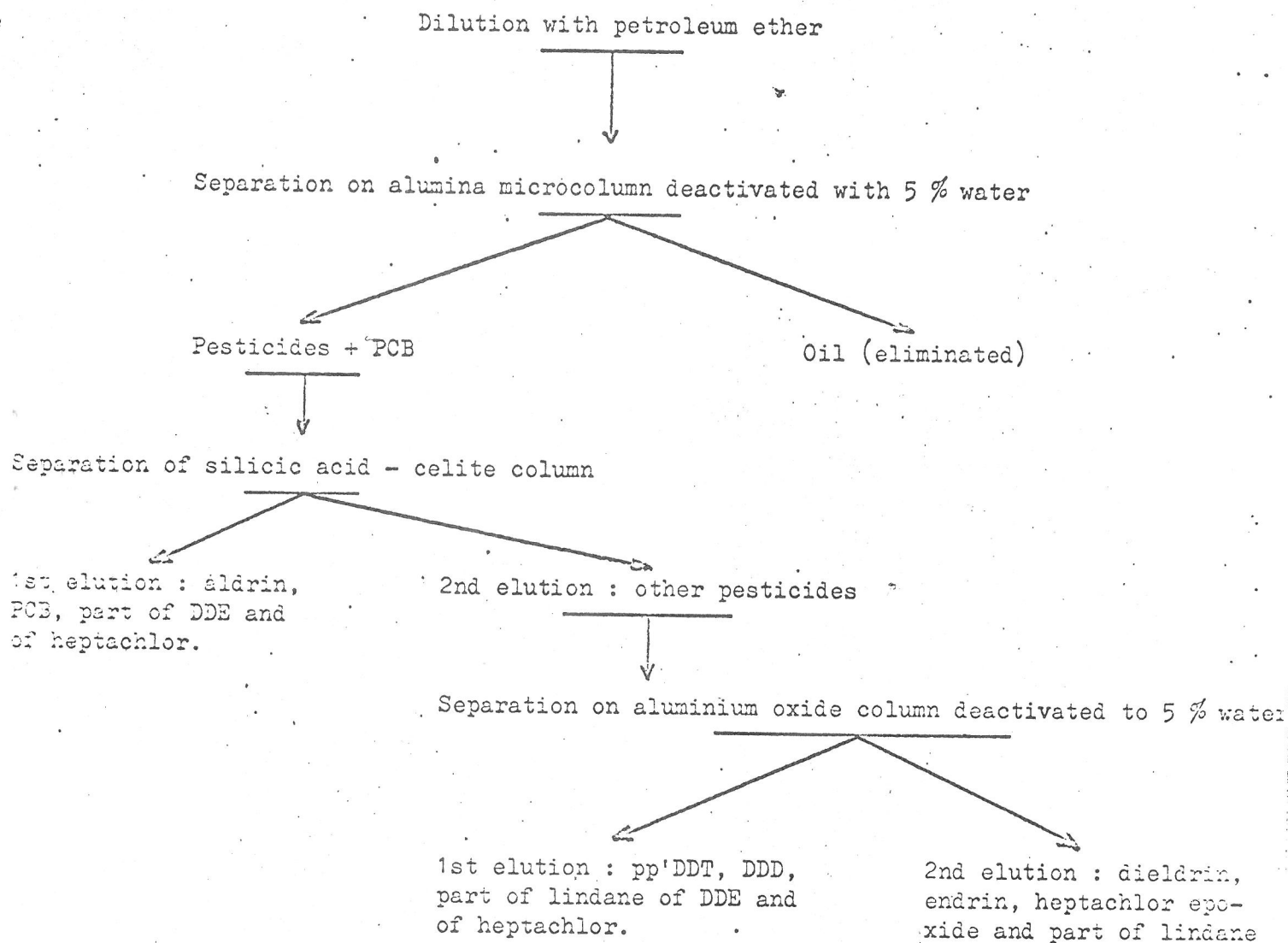
7. Alternative methods.

According to the difficulties encountered in the analysis for some samples of fish, the usual method (as described here above) is sometimes modified as follows, only for the clean-up procedure :

- a liquid - liquid partition clean-up with DMF (adapted from Richardson and Coll. - Pestic. Monit. Journ. 4*(4) 169. March 1971).
- Florisil microcolumn clean-up. Elution with petroleum ether - diethyl ether.

=====

SCHEME OF THE METHOD USED FOR DETERMINING PESTICIDES AND PCB IN THE FISH OIL SAMPLES.
+++++



Résultats exprimés en mg/kg (ppm).

1e et 2e Campagne fin 1971

Référence	Station	pp'DDT	DDE	DDD	Dieldrine	Endrine	Lindane	PCB
<u>West-Diep.</u>								
T.131 Kabeljauw.	4	0.014	0.005	<0.001	0.006	<0.001	0.006	0.087
T.132 "	4	0.017	0.003	0.009	0.008	<0.001	0.006	0.079
T.133 "	4	0.017	0.003	<0.001	0.004	<0.001	0.003	0.055
T.142 "	5	0.041	0.010	0.003	0.015	<0.001	0.004	0.049
T.148 "	3	0.028	0.017	0.002	0.006	0.001	0.007	0.116
T.149 "	3	0.007	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	0.044
T.150 "	3	0.022	0.002	0.002	0.002	<0.001	0.006	0.047
T.159 "	2	0.028	0.002	0.001	0.007	<0.001	0.004	0.118
Moyenne sur 8 échantillons.		0.023	0.005	0.002	0.006		0.005	0.074
T.135 Schel.	4	0.022	0.006	0.002	0.008	<0.001	0.008	0.101
T.136 "	4	0.022	0.003	0.004	0.010	0.001	0.006	0.243
T.147 "	5	0.042	0.011	0.004	0.012	<0.001	0.008	0.176
T.154 "	3	0.046	0.010	<0.001	0.008	<0.001	0.010	0.142
T.163 "	2	0.004	0.004	0.007	0.013	0.005	0.009	0.390
Moyenne sur 5 échantillons.		0.027	0.007	0.003	0.010		0.008	0.210
T.138 Wijting.	4	0.014	0.002	0.002	0.005	<0.001	0.004	0.051
T.139 "	4	0.011	0.003	0.002	0.008	<0.001	0.007	0.191
T.145 "	5	0.017	0.005	0.002	0.007	0.001	0.007	0.124
T.146 "	5	0.023	0.008	<0.001	0.007	0.002	0.009	0.132
T.168 "	1	0.041	0.005	0.002	0.010	<0.001	0.008	0.065
T.170 "	1	0.028	<0.001	0.001	0.010	<0.001	0.007	0.139
Moyenne sur 6 échantillons.		0.022	0.004	0.002	0.008		0.007	0.117

Référence	Station	pp'DDT	DDE	DDD	Dieldrine	Endrine	Lindane	PCB
T.171 Garnaal.	1	0.013	0.002	0.002	0.002	<0.001	0.004	0.064
T.172 "	2	0.041	0.006	0.001	0.006	<0.001	0.007	0.109
T.173 "	3	0.016	0.002	<0.001	0.006	<0.001	0.005	0.026
T.174 "	4	0.012	0.003	<0.001	0.010	<0.001	0.007	0.088
T.175 "	5	0.021	0.004	<0.001	0.006	<0.001	0.006	0.121
Moyenne sur 5 échantillons.		0.021	0.003	0.001	0.006		0.006	0.082
<u>Sierra.</u>								
T.188 Kabeljauw.	2	0.017	0.003	0.011	0.007	<0.001	0.005	0.131
T.204 "	4	0.018	0.004	0.005	0.006	<0.001	0.009	0.171
T.205 "	4	0.042	0.014	0.005	0.015	0.004	0.008	0.254
T.211 "	5	0.051	0.007	0.002	0.009	0.003	0.007	0.119
T.212 "	5	0.063	0.013	0.003	0.012	0.004	0.003	0.189
Moyenne sur 5 échantillons.		0.038	0.008	0.005	0.010		0.006	0.173
T.182 Schol.	1	0.013	0.003	0.003	0.010	0.003	0.003	0.338
T.183 "	1	0.030	0.007	0.009	0.014	0.002	0.007	0.466
T.190 "	2	0.014	<0.001	<0.001	0.007	0.001	0.004	0.080
T.206 "	4	0.016	0.002	0.003	0.010	<0.001	0.008	0.147
T.214 "	5	0.055	0.006	0.003	0.009	<0.001	0.009	0.231
Moyenne sur 5 échantillons.		0.025	0.004	0.004	0.010		0.006	0.252
T.187 Wisting.	2	0.027	0.005	0.002	0.009	<0.001	0.006	0.091
T.194 "	3	0.004	0.005	0.001	0.008	0.002	0.007	0.034
T.201 "	4	0.002	0.003	0.001	0.005	<0.001	0.005	0.077
T.208 "	5	0.021	0.002	0.001	0.007	<0.001	0.003	0.136
Moyenne sur 4 échantillons.		0.014	0.004	0.001	0.007		0.005	0.084

Référence	Station	pp'DDT	DDE	DDD	Dieldrine	Endrine	Lindane	PCB
T.215 Garmaal.	1	0.012	<0.001	0.003	0.007	<0.001	0.004	0.026
T.216 "	2	0.017	0.002	0.002	0.003	<0.001	0.010	0.102
T.217 "	3	0.013	0.003	<0.001	0.006	<0.001	0.007	0.066
T.218 "	4	0.039	0.005	<0.001	0.010	0.001	0.009	0.066
T.219 "	5	0.008	0.002	<0.001	0.005	<0.001	0.005	0.062
Moyenne sur 5 échantillons.		0.018	0.002	0.001	0.007		0.007	0.078
T.176 Sprot.	1	0.025	0.006	0.046	0.025	<0.001	0.012	0.381
T.193 "	3	0.066	0.042	0.025	0.026	0.002	0.016	0.857
T.200 "	4	0.034	0.003	0.050	0.029	<0.001	0.013	0.425
T.207 "	5	0.016	0.001	0.018	0.006	<0.001	0.002	0.470
Moyenne sur 4 échantillons.		0.035	0.013	0.035	0.021		0.011	0.533
<u>Bestandsopnames.</u>								
T.13 Schol.	19	0.038	0.006	0.015	0.010	<0.001	0.004	0.283
T.14 "	21	0.022	0.009	<0.001	0.008	<0.001	0.007	0.108
T.16 "	24	0.027	0.005	0.003	0.010	<0.001	0.006	0.185
T.17 "	24	0.011	0.001	0.002	0.007	<0.001	0.006	0.094
T.18 "	23	0.022	0.003	0.016	0.011	<0.001	0.009	0.224
T.20 "	22	0.031	0.004	0.005	0.010	0.001	0.006	0.316
T.21 "	22	0.014	0.002	0.015	0.011	<0.001	0.009	0.111
Moyenne sur 7 échantillons.		0.023	0.004	0.008	0.010		0.007	0.189
<u>Marktanalyse.</u>								
	<u>Bateau.</u>							
T.220 Schol.	Z.600	0.025	0.011	0.002	0.001	0.001	0.007	0.115
T.221 "	Z.600	0.055	0.012	0.003	0.011	0.004	0.009	0.180
T.222 "	Z.600	0.012	0.002	0.006	0.002	<0.001	0.010	0.063
T.223 "	Z.600	0.014	0.007	<0.001	0.004	<0.001	0.007	0.070

Référence	Bateau	pp'DDT	DDE	DDD	Dieldrine	Endrine	Lindane	PCP
T.224 Schol.	Z.451	0.021	0.011	0.001	0.010	0.001	0.003	0.178
T.225 "	Z.451	0.021	0.019	<0.001	0.008	<0.001	0.003	non détecté
T.226 "	Z.451	0.046	0.010	0.004	0.009	<0.001	0.008	non détecté
T.227 "	Z.451	0.010	0.012	0.002	0.002	<0.001	0.007	0.150
Moyenne sur 8 échantillons.		0.025	0.010	0.002	0.006		0.007	0.126
T.228 Tong.	Z.451	0.019	0.013	0.008	0.003	<0.001	0.003	0.321
T.229 "	Z.451	0.017	0.003	<0.001	0.007	<0.001	0.007	0.073
T.230 "	Z.451	0.014	0.013	0.006	0.003	<0.001	0.004	0.299
T.231 "	Z.451	0.033	0.006	0.002	0.007	<0.001	0.001	0.185
T.232 "	Z.451	0.049	0.010	0.002	0.011	0.003	0.004	0.234
T.233 "	Z.451	0.052	0.010	0.002	0.008	<0.001	0.005	0.128
T.234 "	Z.451	0.052	0.017	<0.001	0.011	0.002	0.009	0.210
Moyenne sur 7 échantillons.		0.034	0.010	0.003	0.007		0.005	0.207

DETERMINATION DES PESTICIDES DANS LES POISSONS.

2ème série d'échantillons. (3e et 4e camp de 1972)

Résultats exprimés en mg/kg (ppm).

Référence.	pp'DDT	DDE	DDD	Dieldrine	Endrine	Hept. époxyde	Lindane	PCB
<u>Kabeljauw. (L. See Polje)</u>								
K.5 05/01/72	0.002	0.003	<0.001	<0.001	-	<0.001	0.002	0.022
K.8 05/01/72	0.003	0.003	0.002	0.003	-	<0.001	0.002	0.042
K.9 05/01/72	0.003	0.002	<0.001	0.001	-	<0.001	0.003	0.039
K.17 12/01/72	0.003	0.002	0.001	0.001	-	<0.001	0.003	0.041
K.18 02/03/72	0.006	0.002	0.001	0.002	-	<0.001	0.005	0.083
K.20 02/03/72	0.006	0.005	0.002	0.002	-	<0.001	0.003	0.079
K.23	0.003	0.003	0.001	0.001	-	<0.001	<0.001	0.046
K.25	0.002	0.001	<0.001	<0.001	-	-	<0.001	0.031
K.28	0.003	0.002	<0.001	0.001	-	<0.001	0.001	0.044
K.29	0.003	0.002	0.001	0.001	-	<0.001	0.001	0.041
K.30	0.003	0.002	0.001	0.002	-	<0.001	0.006	0.093
K.31	0.011	0.004	0.002	0.001	-	<0.001	0.002	0.079
K.32	0.003	0.002	<0.001	<0.001	-	<0.001	0.002	0.050
K.33	0.006	0.002	0.002	0.001	-	<0.001	0.002	0.058
K.35	0.004	0.002	0.002	0.001	-	<0.001	<0.001	0.056
K.36	0.005	0.003	0.001	0.001	-	<0.001	0.001	0.044
K.37	0.006	0.005	0.004	0.001	-	<0.001	0.002	0.093
K.38	0.008	0.002	0.001	<0.001	-	<0.001	0.002	0.049
K.39	0.005	0.002	0.003	0.002	-	<0.001	0.001	0.131
K.40	0.002	0.001	0.001	0.001	-	<0.001	0.001	0.051
K.41	0.009	0.003	0.002	0.001	-	<0.001	0.002	0.058
K.42	0.003	0.002	<0.001	<0.001	-	<0.001	0.003	0.044
K.43	0.003	0.002	0.002	0.001	-	<0.001	0.001	0.092
Moyenne sur 23 échantillons.	0.004	0.002	0.001	0.001	-	<0.001	0.002	0.059

Référence.		pp' DDT	DDE	DDD	Dieldrine	Endrine	Hept. époxyde	Lindane	PCB
<u>Schol. (MARXTONAL)</u>									
MS.5	17/01/72	0.006	0.004	0.003	0.002	-	<0.001	0.002	0.060
MS.7	17/01/72	0.006	0.004	0.002	0.001	-	<0.001	0.001	0.030
MS.9	18/01/72	0.004	0.003	0.004	<0.001	-	<0.001	0.001	0.049
MS.12	18/01/72	0.005	0.003	0.001	0.001	-	<0.001	0.001	0.022
MS.26	Kat.5.	0.003	0.003	<0.001	<0.001	-	<0.001	0.001	0.051
MS.27	28/02/72 Kat.5.	0.004	-	<0.001	0.001	-	<0.001	0.001	0.042
MS.38		0.005	0.002	<0.001	<0.001	-	<0.001	0.001	0.045
MS.55	Kat.5.	0.005	0.004	0.014	0.003	-	<0.001	<0.001	0.123
MS.59		0.002	-	-	<0.001	-	<0.001	0.001	0.034
MS.60		0.003	-	-	<0.001	-	<0.001	0.001	0.033
MS.58		0.005	-	<0.001	0.001	-	-	0.001	0.036
Moyenne sur 11 échantillons.		0.004	0.002	0.002	0.001	-	<0.001	0.001	0.048
<u>Damael. (cote belge)</u>									
G.1	05/01/72	0.008	0.003	0.002	0.003	-	<0.001	0.005	0.204
G.8	12/01/72	0.010	0.005	0.004	0.003	-	<0.001	0.007	0.119
G.9	12/01/72	0.008	0.004	0.002	0.002	-	<0.001	0.004	0.097
G.14	09/02/72	0.007	0.002	0.002	0.001	-	<0.001	<0.001	0.137
G.14	03/03/72	0.010	0.002	0.002	0.001	-	<0.001	0.003	0.082
G.15		0.006	0.002	0.002	0.001	-	<0.001	0.003	0.106
G.19		0.004	0.002	0.002	0.001	-	<0.001	0.003	0.105
G.37		0.007	0.003	0.001	0.001	-	<0.001	0.003	0.064
G.43	30/09/ St.19.	0.035	0.006	0.002	0.001	-	<0.001	0.001	0.058
Moyenne sur 9 échantillons.		0.011	0.003	0.002	0.002	-	<0.001	0.003	0.108

Référence.	pp'DDT	DDE	DDD	Dieldrine	Endrine	Hept. époxyde	Lindane	PCB
<u>Sp. 11</u> (côte d'Ivoire)	0.040	0.013	0.046	0.018	0.003	0.001	0.008	0.416
Sp. 14	0.042	0.009	0.058	0.025	-	0.003	0.010	0.621
Sp. 16	0.037	0.018	0.061	0.028	-	0.001	0.008	0.492
Sp. 21	0.027	0.012	0.047	0.018	0.003	0.004	0.004	0.480
Sp. 22	0.041	0.011	0.051	0.019	0.005	0.002	0.006	0.580
Moyenne sur 5 chantillons.	0.037	0.013	0.053	0.022	0.002	0.002	0.007	0.518

N.B. L'aldrine et l'heptachlore n'ont pas été décelés.